

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN
ESPECIAL**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIONES

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA
PLÁSTICA POF EN REDES ÓPTICAS ENFOCADO EN IMPLEMENTAR UNA
ARQUITECTURA DE RED CON FIBRA ÓPTICA PLÁSTICA POF EN LAS
INSTALACIONES DEL HOSPITAL DEL IESS DE LA CIUDAD DE
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Autor: Marco Lozano Rodríguez

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, **Marco Lozano Rodríguez**, portador de la cédula de ciudadanía No. **0603146960**, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Marco Lozano Rodríguez

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. ANTECEDENTES	9
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
4.1 Objetivo General:.....	11
4.2 Objetivos Específicos:	11
5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO	12
5.1 Análisis de la fibra óptica para infraestructura de redes en entornos cortos	12
5.1.1 Características de la fibra óptica	12
5.1.2 Tipos de Fibra Óptica.....	17
5.1.3 Fibra óptica de vidrio (FOV).....	18
5.1.4 Fibra Óptica Plástica (POF)	23
5.2 Análisis de las topologías de red para la propuesta de infraestructura de red con tecnología de fibra óptica plástica en el hospital general del IESS de Riobamba.	35
5.2.1 Normalización	40
5.2.2 Experiencias de hospitales inteligentes o digitales	46
5.3 Diseño de un prototipo de red con fibra óptica plástica, para mejorar la comunicación y servicios que brinda el hospital general de IESS de Riobamba, provincia de Chimborazo en las áreas de consulta externa atención a usuarios y área administrativas	49
5.3.1 Necesidad del diseño.....	49
5.3.2 Justificación de la topología de red seleccionada	50
5.3.3 Arte del diseño de red.....	53
5.3.4 Análisis de costo	55

5.3.5	Cronograma de tiempo.....	60
5.3.6	Análisis de riesgos.....	63
5.3.7	Impacto social económico y ambiental	71
6.	CONCLUSIONES	72
7.	RECOMENDACIONES.....	74
8.	BIBLIOGRAFÍA	75
7	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fibra Óptica.....	13
Figura 2. (a) Tubo de luz. La luz dentro del tubo incide siempre en sus paredes internas con un ángulo mayor que el crítico de modo que no puede escapar del tubo por refracción. (b) La luz procedente de un objeto se transporta por un manojo de fibras de vidrio para formar una imagen del objeto en el otro extremo de las fibras. (c) Luz emergente de un manojo de fibra de vidrio.....	14
Figura 3. Emisóres ópticos.....	17
Figura 4. Ejemplos de notación.....	18
Figura 5. Fibra óptica de vidrio.....	19
Figura 6. Cable de fibra óptica de vidrio tradicional.....	19
Figura 7. Cables de Fibra Óptica de Vidrio	20
Figura 8. Fibra multimodo	21
Figura 9. Fibra Óptica Multimodo.....	21
Figura 10. Fibra monomodo.....	22
Figura 11. Fibra óptica Monomodo vs Multimodo.....	23
Figura 12. Cables de Fibra Óptica de Plástico.....	25
Figura 13. Soluciones de conectividad de fibra óptica.....	26
Figura 14. Arnéses de cable híbrido con fibra óptica.....	26
Figura 15. Cableado Óptico	27
Figura 16. Modelos de conversores para fibra óptica de plástico (POF).....	27
Figura 17. Conectores dúplex POF.....	28
Figura 18. Transceptores POF.....	29

<i>Figura 19. Sistema POF para el Hogar Digital.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 20. Ejemplo de productos POF.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21. Fibra plástica para redes Ethernet en automoción</i>	<i>34</i>
<i>Figura 22. Topología de Anillo</i>	<i>36</i>
<i>Figura 23. Topología de Árbol.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 24. Topología de Bus.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 25. Topología de Estrella</i>	<i>39</i>
<i>Figura 26. Topología estrella extendida.....</i>	<i>40</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.Diferencias entre la Fibra óptica Monomodo y Multimodo.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2. Estandar de diseño para cableado</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3. Organizaciones internacionales que establecen normalizaciones de cableado fibra óptica.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4.Cuadro comparativo entre FOV, POF y cable de cobre</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 5.Tecnologías y costo de cada una de ellas.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 6.Referencias y ubicación de los activos fijo.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 7. Presupuesto de costos y gastos</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8. Depreciación de activos fijos.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 9. Impacto y probabilidad de ocurrencia de riesgo</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 10. Costo de la frecuencia con la que ocurre un riesgo.....</i>	<i>67</i>

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las tecnologías ha conllevado el desarrollo de la sociedad, donde cada día se requiere de mejoras en las comunicaciones; en la cual se pueda transportar vídeo, voz o datos de un lugar a otro de forma rápida y con buena calidad. Para lograrlo hay que usar tecnologías como las fibras ópticas de plástico (POFs por sus siglas en inglés Plastic Optical Fiber) o de vidrio (VOFs), dependiendo del entorno en que sea implantada la misma.

La fibra óptica en el Ecuador ha sido muy utilizada por empresas que brindan servicios de telecomunicaciones para el hogar como: CNT, NetLife, Claro, entre otras. De esta forma se provee a la población de la tecnología más avanzada en internet fijo hasta la casa, con más velocidad para trabajar plataformas de multiservicios y en el hogar jugar, mirar videos, conectarse a redes sociales y descarga todo lo que desees en la casa. (CNT, 2016)

La empresa Telconet y Fiberhome Telecommunication se dedica a la fabricación de fibra óptica en el Ecuador, abastecimiento de cableado de Fibra Óptica a Ecuador y Latinoamérica; convirtiéndose el país de una potencia en lo se refiere a cableado de este tipo. (Telconet, 2016)

En este sentido se decide modernizar las telecomunicaciones del Hospital del IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) de la ciudad de Riobamba, motivo de desarrollo de esta investigación. Durante el presente trabajo se expondrán las principales ventajas de la POF, la normalización existente a nivel mundial, y por ultimo realizar un diseño de la red con POF en las instalaciones del hospital como son: las áreas de consultorios o consulta externa, atención a usuarios y administrativas.

2. JUSTIFICACIÓN

En el pasado, las telecomunicaciones se usaban redes con tecnologías con pocas prestaciones en cuanto a velocidad de transmisión, nitidez y calidad. Esto se debía al uso del cableado de cobre, donde el ancho de banda es de 100MB/s para unos 100 metros con pérdidas de la señal son elevadas y sobre todo un punto de interferencia cuando existen factores que lo expongan.

La Fibra Óptica es una tecnología de medio de transmisión de información, usada para proporcionarles a los usuarios el acceso de ancho de banda a Internet. Estas son fibras largas, muy finas y transparentes, pueden ser de vidrio o plástico con un diámetro aproximado e igual al cabello humano. La fibra óptica de plástico surge antes que la fibra óptica de vidrio, ambas con mejores prestaciones y ventajas versus el cable de cobre, siendo el ancho de banda de 40GB/s y con muy poca pérdida de señal.

Los cables multipar de cobre se pueden dañar debido a la humedad, el agua o por cumplir su vida útil. Este cable está compuesto por dos hilos de cobre, que se hallan aislados entre sí e identificados por colores y van trenzados en pares; con el propósito de reducir las interferencias eléctricas externas y de otros pares cercanos (Guaño & Escudero, 2014).

Las pequeñas pérdidas de señal y las inmejorables propiedades de ancho de banda, que posee la fibra óptica permiten usarla en distancias mucho más largas que las del cable de cobre. Adicionalmente a esto el poco peso y tamaño de la misma, la hacen útil en lugares donde el cable de cobre sería poco práctico. (Vargas, 2014)

Por tales razones, el presente estudio infiere en las definiciones y teorías de investigadores para darle cumplimiento a la problemática existente actualmente en el Hospital general del IESS de Riobamba, provincia Chimborazo. Teniendo en cuenta que existe una red para voz, otra para datos y un sistema de CATV o televisión por cable para dotarle de servicios de telecomunicaciones en las instalaciones como son las áreas de consultorios o consulta externa, atención a usuarios y administrativas. Por

ende, son tecnologías antiguas y el diseño de la red se encuentra en desacuerdo con los avances obtenidos en esta área de las telecomunicaciones aplicadas a obtener un hospital inteligente, siendo una necesidad el diseño de una infraestructura de red moderna, en la cual se utilicen tecnología de interconexión, donde la señal se puede ver en ambas terminaciones, facilitando las tareas de ‘troubleshooting’¹.

Existen múltiples tecnologías para desplegar redes residenciales y comerciales. Considerando las características de las áreas del hospital donde se implementará la red, la Fibra Óptica Plástica se plantea como cable de red, que dará la solución cumplir los parámetros de rapidez, fácil de instalar, robusta a malos tratos, inmune a interferencias, fácil de realizar el troubleshooting y económica. Posee el ancho de banda requerido por las zonas delimitadas del edificio del hospital del IESS en la ciudad de Riobamba, y así lograremos proponer un hospital inteligente. En este trabajo solo se diseñará la propuesta de red e implementación para las áreas específicas de consultorios, atención a usuarios y áreas administrativas.

¹ Troubleshooting: Solución de problemas.

3. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de este estudio se tuvo en cuenta la problemática o antecedentes del uso de las fibras ópticas como tecnología para la implementación de una red moderna. Pues el hospital no posee una red de multi servicios mediante la cual se pueda instalar equipos sofisticados como: sistemas de vigilancia ambiental en tiempo real, de temperatura, humedad, calidad del aire, la luz y el sonido. Ya que estos sensores proveen de información al personal encargado de mantener en orden el hospital en cuanto al control de infecciones y la seguridad de los pacientes. Además, de los sistemas para realizar operaciones o exámenes médicos como el sistema de identificación por radiofrecuencia RFID (por sus siglas en inglés Radio Frequency Identification). Los sistemas de llamado a enfermeras y muchas otras aplicaciones que facilitan y agilizan los procesos que se llevan a cabo en un hospital.

Actualmente, el uso y evolución en los hospitales, por las modernas tecnologías; han logrado que los servicios que se le brindan a los clientes sean superiores, así como el desarrollo de los exámenes y obtener los resultados en el menor tiempo posible mediante aplicaciones específicas. Lo que hacen al hospital o centro médico inteligente, como así lo denomina el autor Luna (2015) *“es aquel que funciona mejor y de modo más eficiente”*. Es mejor por *“la creatividad y la percepción de lo que pacientes y médicos necesitan, y más eficiente a la hora de combinar las diversas tecnologías a fin de mejorar la atención y la calidad del cuidado.”* (Luna, 2015)

Diego (2015) expresa que un hospital inteligente *“permite interconectar los sistemas que gestionan los historiales médicos con la central de turnos o hasta el pedido de recetas.”* Además de *“trae novedades como la localización en tiempo real dentro del edificio, solución que permite generar la trazabilidad de todo lo que está sucediendo dentro del edificio y, de esta manera, localizar en tiempo real a médicos, equipos y pacientes.”*

En este sentido y teniendo en cuenta que una red multiservicios con cableado de fibra óptica plástica es una red de rápida instalación, con un

costo económico, con un buen ancho de banda y menor tiempo en la solución a posibles problemas versus el cable de cobre. Así como, su exitoso uso durante años en diversas áreas de la sociedad como se demuestra a continuación según los autores: UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo)(1983), Ribeiro Días (1986), Cruz y Gamboa (1986), Pipitone (1986), Diario el Telégrafo (2016).

El Ecuador inaugura la primera empresa LatamFiberHome que fabrica cables de fibra óptica en el Ecuador. Tomislav Topic, presidente ejecutivo de Holding Telconet, asegura que la fábrica ilustra el trabajo realizado en conjunto el Gobierno y el sector privado. *"La fibra óptica es la mejor herramienta de comunicación (...), de esta forma Ecuador se está perfilando para entrar a la élite de las telecomunicaciones". (El Telégrafo, 2016)*

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Objetivo General:

Diseñar una red de fibra óptica plástica para mejorar los servicios de telecomunicaciones en áreas específicas del Hospital General del IESS de Riobamba.

4.2 Objetivos Específicos:

- Analizar la Fibra Óptica para infraestructura de redes en entornos cortos.
- Analizar las topologías de red para la propuesta de infraestructura de red con tecnología de fibra óptica plástica en el Hospital general del IESS de Riobamba.
- Diseñar prototipo de red con fibra óptica plástica, para mejorar la comunicación y servicios que brinda el Hospital general del IESS de Riobamba, provincia Chimborazo en las áreas de consulta externa, atención a usuarios y áreas administrativas

5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

5.1 Análisis de la fibra óptica para infraestructura de redes en entornos cortos

5.1.1 Características de la fibra óptica

La fibra óptica es uno de los medios que usualmente se utilizan para la transmisión de datos en cables de fibra óptica de plástico o de vidrio, o la combinación de ambas. Esto se debe a la baja atenuación que poseen. Como se observa en la Figura 1 la luz es "guiada" mediante el centro de la fibra o el denominado "núcleo", el cual se encuentra rodeado por el material óptico "revestimiento"; por sus siglas en inglés cladding. Este material guarda la luz en el núcleo usando la técnica llamada "reflexión interna total". La fibra óptica tiene un recubrimiento; por sus siglas en inglés buffer, para protegerlo de la humedad y de daños físicos.

La tecnología de fibra óptica es una solución estable gracias a la robustez, a su potencial ancho de banda ilimitado y al continuo descenso de los costos asociados a los láseres y dispositivos pasivos necesarios para crear redes ópticas. Además, las últimas edificaciones ya integran esta tecnología como cableado estructurado por su bajo costo, estamos hablando de un escenario donde las soluciones de conectividad en fibra óptica llegan directamente hasta la vivienda. *(Seguí, Pineda, & Jaime Lloret Mauri, 2008)*

El transmisor óptico es un diodo emisor de luz infrarroja (LED) o un diodo láser semiconductor de baja potencia acoplado directamente a la fibra óptica. El diodo es alimentado con pulsos de corriente desde una interfaz. Estos pulsos de corriente producen pulsos equivalentes de luz que viajan a lo largo de la fibra hasta que alcanzan la unidad óptica receptora.

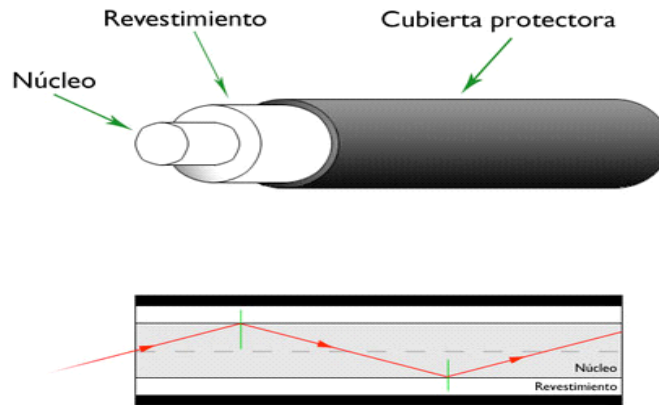


Figura 1. Fibra Óptica
Fuente: (Zapardiel, 2014)

5.1.1.1 Estudio de la fibra óptica desde diferentes ciencias

La fibra óptica es una tecnología estudiada desde varias ciencias como lo es la física. Además, muchos autores como Douglas C. Giancoli, Paul Allen Tipler y Gene Mosca hablan de la misma.

Los autores del libro *“Física para la ciencia y la tecnología”* (Tipler & Gene Mosca, 2005) expresan que en la fibra óptica una aplicación interesante de la reflexión interna total es la transmisión de un haz de luz a lo largo de una fibra de vidrio transparente, delgada y larga como la de la figura 1. Si el haz empieza aproximadamente paralelo al eje de la fibra, chocará contra las paredes de la misma con ángulos mayores que el ángulo crítico (si las partes curvas de la fibra no son demasiado agudas) y no se perderá energía luminosa a través de las paredes de la fibra. (Tipler & Gene Mosca, 2005)

Las fibras ópticas tienen muchas aplicaciones en la medicina y las comunicaciones. En el caso de la medicina se manipulan haces muy finos de fibra como sondas para examinar diversos órganos internos sin necesidad de intervención quirúrgica. En las comunicaciones la velocidad en las que se transmite la información depende de la frecuencia de la señal, pero si se utiliza una luz de frecuencias del orden de 10^{14} Hz es capaz de transmitir información a una velocidad mucho mayor que cuando

se utilizan las ondas de radio; que su frecuencia es del orden 10^6 Hz. En sistemas de telecomunicación, una fibra de vidrio del tamaño de un cabello humano puede transmitir información audio o video equivalente a 32000 voces hablando simultáneamente. (Tipler & Gene Mosca, 2005)

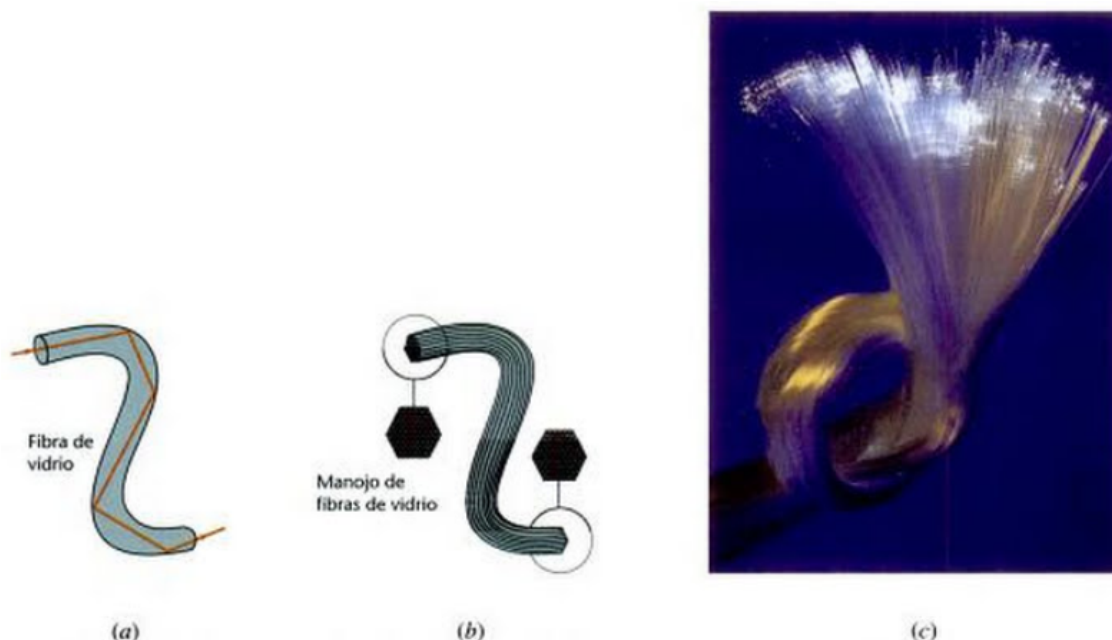


Figura 2. (a) Tubo de luz. La luz dentro del tubo incide siempre en sus paredes internas con un ángulo mayor que el crítico de modo que no puede escapar del tubo por refracción. (b) La luz procedente de un objeto se transporta por un manojo de fibras de vidrio para formar una imagen del objeto en el otro extremo de las fibras. (c) Luz emergente de un manojo de fibra de vidrio.

Fuente: (Tipler & Gene Mosca, 2005, pág. 944)

El autor del libro “Física: Principios con aplicaciones” (Giancoli, 2006) expresa que una reflexión interna total es el principio detrás de la fibra óptica. Son comunes el vidrio y las fibras plásticas tan delgada como unos micrómetros de diámetro. A un haz de las fibras ópticas se le llama conducto de flujo luminoso o cable, y la luz se puede transmitir a lo largo de él, casi sin pérdida gracias a la reflexión interna total.

Existen varias aplicaciones de los cables de fibra óptica en las ciencias de la medicina. En la medicina, el uso especializado de las fibras ópticas puede transmitir una imagen clara es particularmente útil en la medicina. Por ejemplo, cuando examinamos los pulmones de un paciente mediante un tubo de luz conocido como broncoscopio, que se inserta a través de la boca y que pasa por los bronquios. En las comunicaciones, se emplean en lugar de alambre para transmitir llamadas telefónicas, señales de vidrio y datos de computadoras. La señal es un haz de luz modulado y los datos se transmiten a una tasa mayor y

con menos pérdidas y menos interferencias que una señal eléctrica en un alambre de cobre. Además, se han desarrollado fibras que pueden transportar hasta 100 longitudes de onda separadas, cada una modulada para llevar hasta 10 Gigabits (10^{10} bits) de información por segundo. (Giancoli, 2006)

Se puede decir que son múltiples los usos que se le da a la fibra óptica en la medicina, las telecomunicaciones y otras ciencias. En la presente investigación hablaremos de las ventajas que aportan la utilización de la fibra óptica de plástico fibra óptica en la medicina y telecomunicaciones:

Medicina:

- **Campo de diagnóstico:** Es aquí donde se realiza la radiología, proporcionando enfoques cercanos y se aumentan zonas determinadas para permitir tomar las muestras. Las técnicas endoscópicas clásicas donde se han ido sustituyendo los sistemas tradicionales por modernos fibroscopios con técnicas optoelectrónicas que contienen un extremo fijo o adaptable para la inserción de agujas, pinzas para la toma de muestras, electrodos de cauterización, tubos para la introducción de anestésicos, evacuación de líquidos, entre otros elementos. En este equipo la fibra es la encargada de transportar la luz al interior del organismo humano y mostrar una imagen en una pantalla de lo que se ve en el interior. El equipo fibroscopio es útil especialmente para detectar enfermedades como el cáncer y las úlceras, ya que, en su estado inicial, no es detectada por los rayos X.

Se han desarrollado con esta tecnología diversos equipos como los laringoscopios, rectoscopios, broncoscopios, vaginoscopios, astroskopios y laparoscopios. Los cuales permiten con mucha exactitud la exploración de cavidades internas del cuerpo humano.

- **En el campo terapéutico:** Permite realizar operaciones quirúrgicas en vías biliares para eliminar cálculos, extraer cuerpos extraños, entre otras.

- **En el campo postoperatorio:** Permite observar directamente y de forma práctica la operación.

Telecomunicaciones:

Los sistemas de comunicación mediante la fibra óptica es una forma de transmitir información soportada básicamente por la luz. La información viaja en forma de luz a lo largo del sistema sin pérdida y muy rápido.

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica es mucho más rápido permitiendo navegar, ver videos, escuchar sonidos sin que se caiga la conexión o se generen los famosos cuellos de botella, y la comunicación sea de forma muy fluida ya que no se congelan las imágenes ni se pone lenta la red. Pueden estar conectadas muchas personas a una misma red y estar descargando información pesada de internet. Teniendo en cuenta que existen varias topologías de redes de las cuales se abordarán en el epígrafe 5.2, la fibra óptica se adapta a cada una de las topologías existentes, además aumenta el rendimiento de los equipos, permiten la transferencia rápida y eficaz de la información en redes LAN (Redes locales).

5.1.1.2 Emisóres ópticos

Existen diferentes fuentes emisoras de luz que se usan para la transmisión de datos con fibras ópticas de plástico, incluyendo diodos emisores de luz (LEDs), diodos emisores de luz por cavidades resonantes (RC LEDs), diodos láser, y diodos láser por emisión de superficie por cavidades verticales (VCSELs). En la figura 3, se presentan las características de las fuentes ópticas usadas con fibras de plástico PMMA.

	LED	RCLED	REELED	VCSEL
Típica longitud de onda	650nm	650nm	1310-1550nm	850nm
Eficiencia	1-10%	5-20%	10-50%	10-30%
Área emisora	300x300 μm^2	20x2 μm^2	3x0.5 μm^2	10x10 μm^2
Umbral de corriente	No hay	No hay	20-50mA	1-5mA
Dependencia de la temperatura con la potencia de salida	Mediana	Mediana	Elevada	Mediana
Tasa binaria	100Mb/s	200Mb/s	> 1 Gb/s	> 1 Gb/s
Costo de fabricación	Muy bajo	Bajo	Elevado	Bajo
Costo de encapsulado	Bajo	Bajo	Elevado	Bajo
Fibra óptica compatible	POF	POF	Fibra SM	Fibra MM, fibra PCS

Figura 3. Emisores ópticos
Fuente: (ORTIZ, 2008)

5.1.2 Tipos de Fibra Óptica

Atendiendo al material de la fibra, éstas pueden clasificarse en:

- Fibras de vidrio
- Fibras de material plástico

Los cables o tipos de fibras ópticas de vidrio se pueden clasificar por su composición que fueron diseñadas como son: dependiendo del tipo de propagación, de la señal luminosa en el interior de la fibra, éstas se clasifican en:

- Multimodo
- Monomodo

La fibra óptica también se clasifica en función del índice de refracción, siendo de dos tipos:

- Salto de índice
- Índice gradual

Medios típicos	Ancho de banda máximo teórico	Distancia máxima teórica
Cable coaxial de 50 ohmios (Ethernet 10BASE2, Thinnet)	10 Mbps	185 m
Cable coaxial de 50 ohmios (Ethernet 10BASE5, Thicknet)	10 Mbps	500 m
Cable de par trenzado no blindado de categoría 5 (UTP) (Ethernet 10BASE-T)	10 Mbps	100 m
Cable de par trenzado no blindado de categoría 5 (UTP) (Ethernet 100BASE-TX)	100 Mbps	100 m
Cable de par trenzado no blindado de categoría 5 (UTP) (Ethernet 1000BASE-TX)	1000 Mbps	100 m
Fibra Óptica Multimodo (62.5/125µm) (100BASE-FX Ethernet)	100 Mbps	2000 m
Fibra Óptica Multimodo (62.5/125µm) (1000BASE-SX Ethernet)	1000 Mbps	220 m
Fibra Óptica Multimodo(50/125µm) (1000BASE-SX Ethernet)	1000 Mbps	550 m

Figura 4. Ejemplos de notación
Fuente: (Leiva, 2012)

5.1.3 Fibra óptica de vidrio (FOV)

5.1.3.1 Características de fibra óptica de vidrio

Este tipo de tecnología de transmisión de red, permite altas velocidades para largas distancias. Este cable contiene filamentos de vidrio no más gruesos 125 micrones de diámetro. La fibra óptica de vidrio según la autora Mariana Guzmán se divide en 3 partes:

- **Núcleo óptico:** Es el centro de vidrio formado por las fibras. Por este conducto se emite la luz.
- **Revestimiento:** Es la envoltura que rodea el núcleo óptico que permite que se refleje la luz internamente.
- **Cubierta:** Es la parte protectora que protege el núcleo del entorno que rodea al cable.

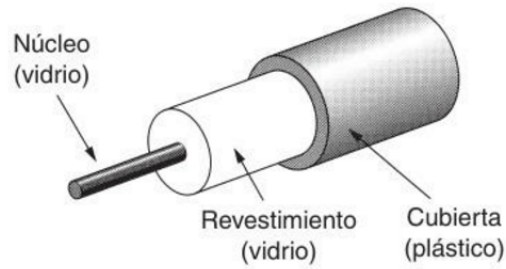


Figura 5. Fibra óptica de vidrio
Fuente: (Guzman, 2015)



Figura 6. Cable de fibra óptica de vidrio tradicional
Fuente: (Galeon.com hispavista, s.f.)

5.1.3.2 Cables de fibra óptica de vidrio

Los cables de fibra óptica de vidrio contienen varios hilos de fibra de vidrio muy delgada empaquetados en un revestimiento flexible. Generalmente son más durables que las fibras de plástico y pueden resistir temperaturas más altas. La mayoría de los cables está disponible con una opción de revestimiento de PVC o acero inoxidable flexible. Ver Figura 7

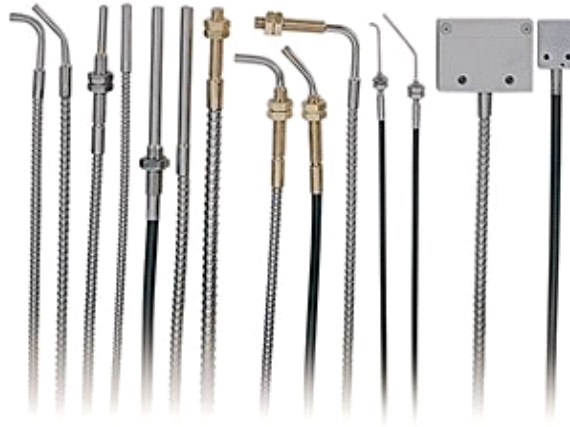


Figura 7. Cables de Fibra Óptica de Vidrio
Fuente: (Jaramillo, 2006)

Características de la fibra óptica de vidrio

- Construcción robusta para aplicaciones industriales en interiores y exteriores
- Alta inmunidad contra perturbaciones, gracias a la compatibilidad electromagnética
- A prueba de escuchas; sin radiación del cable
- Sin silicona; por lo tanto, apto para el uso en la industria del automóvil (p. ej. líneas de pintura)
- Aislamiento galvánico de dispositivos PROFINET/Ethernet
- Protección del tramo de transmisión frente a perturbaciones electromagnéticas
- Certificado para diversos sectores, por ejemplo, para los mercados estadounidense y canadiense (listado UL como p. ej. OFN/OFNG con FO)
- Conforme con PROFINET
- Conforme con las Directivas sobre restricción de sustancias peligrosas
- No contiene humectantes de pintura

Las fibras ópticas de vidrio más comunes y conocidas en el medio son:

- **Fibra multimodo:** En este tipo de fibra la luz viaja en varias direcciones, que se denominan modos y tienen un núcleo más grande, permitiendo la transmisión de múltiples rayos de luz. Esta fibra es usada generalmente

para redes locales (LAN); con fuentes LED, en longitudes de onda 850 y 1300 nm. En redes un poco más lenta la fuente de láser es a 850 nm (VCSEL), para las que operan a velocidades más altas están en 1310 nm (láser Fabry-Perroy). En la siguiente figura 9 se representa una fibra óptica multimodo.

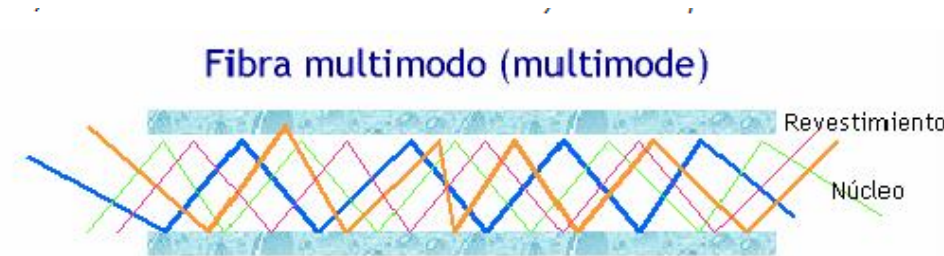


Figura 8. Fibra multimodo
Fuente: (Galeon.com hispavista, s.f.)

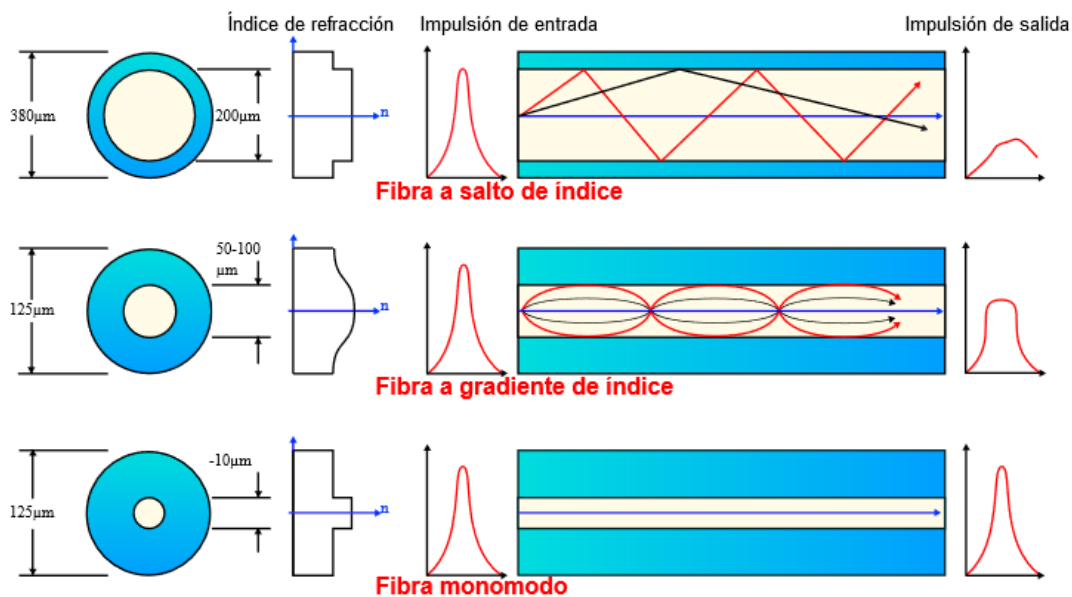


Figura 9. Fibra Óptica Multimodo.
Fuente: (WikiMedia Commons, 2007)

Fibra monomodo: Esta fibra óptica cuanta, con un núcleo más pequeño, alrededor de 9 micrones, por tanto, la luz viaja en un sólo rayo. Esta es usada en la telefonía y la televisión por cable (CATV), con fuentes láser a 1300 y 1550 nm teniendo en cuenta que es poca la pérdida y su ancho de banda prácticamente infinito. En la figura 10 se representa una fibra óptica monomodo.

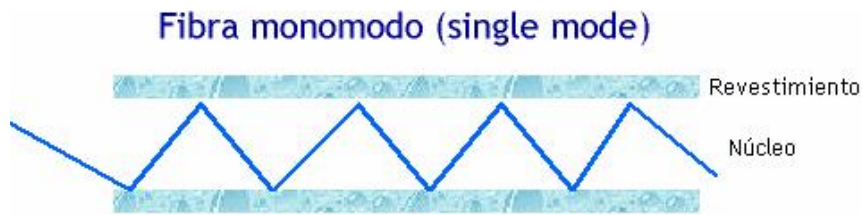


Figura 10. Fibra monomodo
Fuente: (Galeon.com hispavista, s.f.)

Tabla 1. Diferencias entre la Fibra óptica Monomodo y Multimodo

	MONOMODO	MULTIMODO
Fuente de transmisión	Propagación de un solo modo de luz y para eso disminuyen el diámetro del núcleo. Usa como fuente de luz el laser	Propagación de múltiples modos de luz y el diámetro de su núcleo es mayor. Envía luz infrarroja ó laser
Características	Se caracteriza por transportar un solo haz de luz acoplado a la fibra óptica.	Recibe varios acoples de varios haces de luz al mismo tiempo cada uno con ángulos de incidencia distintos.
Dispersión	Se produce menor dispersión	Se produce mayor dispersión por lo tanto se produce mayor pérdida de la señal
Ancho de banda	Es restringido debido a la dispersión cromática. Alcanza mayor ancho de banda, y permite tener instalaciones de cables de mayor longitud	Restringido por la dispersión intermodal y se no permite generar tramos muy largos de longitud en cables.
Uso en las	Se utiliza mucho más en enlaces	Son utilizadas para distancias

comunicaciones	de mayor distancia.	cortas especialmente en redes LAN
Dimensiones del Núcleo	Radio se encuentra entre 5 y 10 micrones	Radio de varias decenas de micras mayor a 50 o 62.5 micrones

Fuente: Elaboración propia

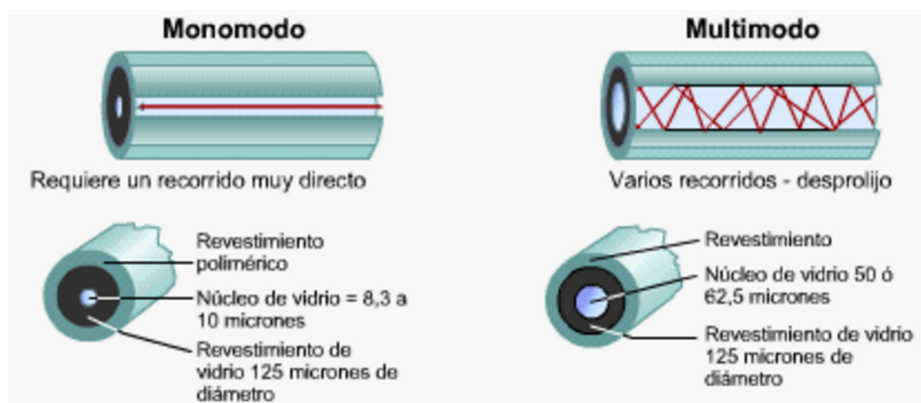


Figura 11. Fibra óptica Monomodo vs Multimodo
Fuente: (Giancoli, 2006)

5.1.4 Fibra Óptica Plástica (POF)

5.1.4.1 Características de fibra óptica de plástico

La fibra óptica de plástico es un tipo de fibra óptica hecha esencialmente de plástico. Generalmente se construye con un núcleo de polimetilmetacrilato y un revestimiento de polímeros fluoruros. Cuenta con un núcleo alrededor de 1mm y se puede usar en redes cortas.

Esta es utilizada normalmente en instalaciones de control industrial en donde la característica buscada es la inmunidad a inducciones. Se fabrica en dos tipos estándar:

- 200/300 (HCS): Con núcleo de cristal de cuarzo y recubrimiento plástico (transmisión a 850/650 nm).

- Fibra plástica de 1 mm: Para datos a corta distancia, a 650 nm (atenuación de 0,20 dB/m) y para señales de control a baja velocidad.

Características básicas

- La POF es fuerte y muy difícil de doblar, se pierde solamente una pequeña cantidad de luz incluso cuando se dobla a un radio de 25 mm, por lo que se puede instalar para proporcionar la iluminación dentro de las paredes u otros lugares estrechos.
- Adecuado para la iluminación en lugares estrechos y la instalación es simple.
- En POF de gran diámetro el 96% de su sección está destinada a la transmisión de la luz. El tamaño del núcleo es entre 20 y 100 veces mayor que el de la fibra de vidrio.
- Debido a que la longitud de onda es de 650 nm es utilizado para un gran número de fuentes de luz de DVD y el costo es muy bajo.
- Experimenta grandes pérdidas de transmisión. Sin embargo, en aplicaciones del hogar y la oficina no requieren la transmisión a través de grandes distancias.
- La mayoría hoy en día tiene un diámetro de fibra de 1000µm, con un diámetro de núcleo de 980µm. Su gran tamaño permite la transmisión de la luz, incluso si los extremos de la fibra están muy sucios o dañados, o si el eje de la luz es un poco fuera del centro. Por lo tanto, las partes tales como conectores ópticos se pueden hacer a bajo costo, y el trabajo de instalación se simplifica.

5.1.4.2 Cables de fibra óptica de plástico

Según el autor Llorente (2016), han surgido las tecnologías POF de la serie AFBR-HUD500Z con una cubierta de polietileno. Esta se encuentra compuesta por dos fibras simplex unidas con un zipcord web.

El cable POF es inmune a las interferencias electromagnéticas, la diafonía y cualquier ruido externo. Su reducido tamaño y su flexibilidad con un radio de curvatura de 25 mm le permiten utilizar las canalizaciones existentes y esconderlo con facilidad bajo rodapiés, moquetas, etc. Este cable tiene un peso

1/3 y ocupa 1/4 tomando como referencia un cable UTP Cat5e, y no se requiere entrenamiento, ni herramientas sofisticadas para conectorizar.

La serie AFBR-HUD500Z, que es compatible con la gama Avago Versatile Link Family de conectores y componentes de fibra óptica, son cables de fibra óptica plástica que se caracterizan por poseer una atenuación típica de 0.19 dB/m (en el rango de temperatura de -40 a +85 °C) con un diseño libre de halógenos.



Figura 12. Cables de Fibra Óptica de Plástico
Fuente: (LLorente, 2016)

Los cables de fibra óptica de plástico están fabricados con un monofilamento de acrílico y son más eficientes cuando se usan con fuentes de luz de estado rojas. Las fibras de plástico son en general más rentables que los cables de fibra óptica de vidrio y son ideales para aplicaciones que requieren la flexibilidad continua de la fibra.

Sus principales características son:

- Ideal para aplicaciones flexibles continuas
- Estilos de fibra individual (haz transmitido) y bifurcada (reflejada)
- Está disponible un amplio rango de puntas de cables de fibra óptica especiales
- Cables de fibra óptica revestidos de Teflón para aplicaciones de nivel de líquido en ambientes corrosivos
- Carretes de cables de fibra sin terminación de 98.5 pies (30 m) disponibles
- Clasificación de temperatura máxima de 15 a 70 °C (-30 a 158 °F)

5.1.4.2.1 Arneses y conjuntos POF

La fibra óptica de plástico completamente personalizable, los montajes y los arneses son una solución robusta y rentable que ofrece la máxima flexibilidad para el cableado óptico en muchas aplicaciones industriales, médicas, el transporte, las energías renovables, las redes inteligentes y aplicaciones de consumo. La empresa Molex fundada por Frederick A. Krehbiel en 1938 ha sido líder a nivel mundial como proveedora de interconexiones electrónicas, así como de conectores de cables eléctricos y fibras ópticas entre otros productos. La misma cuenta amplio catálogo de productos en los que se encuentra completa una gama de recursos para conectores y adaptadores ópticos, así como las placas traseras ópticas y los circuitos ópticos. (Molex One Company, 2016)



Figura 13. Soluciones de conectividad de fibra óptica
Fuente: (Molex One Company, 2016)

Según Molex (2016) los Arneses o mazos de cable híbrido con fibra óptica son una solución plug-and-play personalizada que permite reducir el enrutamiento complejo de cables, bajar el costo de las instalaciones y facilitar la experiencia del usuario final con aplicaciones basadas en fibra óptica. (Molex One Company, 2016)



Figura 14. Arneses de cable híbrido con fibra óptica
Fuente: (Molex One Company, 2016)

Según (Camara, *Conectores dúplex POF para transceptor Ethernet*, 2015) la compañía Molex Incorporated ha desarrollado arneses y cableado POF con el objetivo de poder ofrecer una solución robusta y económica, proporcionándoles

flexibilidad a los cables ópticos en variados sectores como: la industria, el transporte, la energía renovable, en las redes inteligentes y generación de imágenes.



Figura 15. Cableado Óptico

Fuente: (Camara, Conectores dúplex POF para transceptor Ethernet, 2015)

Los arneses y el cableado POF son específicos para las temperaturas de -55 °C a +105 °C. Además, la gama de conectores de polímero y metálicos de fabricantes diferentes han garantizado la pérdida de inserción, gracias a la selección detallada de componentes económicos. Los diferentes colores que poseen los forros de estos cables les facilitan a los ingenieros la conexión en campo y fábricas, así como el montaje de la fibra pelada que convierte a los arneses y cableado POF en la solución ideal para sistemas de sensores.

5.1.4.2.2 Conversores para fibra óptica de plástico

Astelo Comunicación posee un amplio portfolio de productos, entre los que se encuentran los conversores de la marca COMOSS para POF, en velocidades de 100 Mbps y 1 Gbps. (Camara, Conversores para fibra optica de plastico, 2015)



Figura 16. Modelos de conversores para fibra óptica de plástico (POF)

Fuente: (Camara, Conversores para fibra optica de plastico, 2015)

Estos conversores la serie FECON de conversores 10 / 100TX UTP (Unshielded Twisted Pair) a 100FX POF, con versiones conectorizadas con OptoLock o con SMI, y la serie GACON posee características semejantes y el rendimiento es a una velocidad de 1 Gbps.

Los dispositivos de las dos gamas de conversores para POF cuentan con conectores Ethernet (RJ-45) y transceptores POF OptoLock para el soporte de la transmisión de datos a altas velocidades y full-duplex en la interfaz POF.

En la construcción de conversores para fibra óptica de plástico debe cumplir normativas. La compatibilidad entre los conversores plug and play con los estándares de comunicación de datos Fast Ethernet (IEEE 802.3u – FECON e IEEE 802.3z – GACON) permiten operar en todas las aplicaciones Fast Ethernet LAN, xDSL o FTTH.

5.1.4.2.3 Conectores dúplex POF para transceptor Ethernet

Según la autora María Camara (2015) Technologies, suministra componentes de interfaces analógicas para sistemas inalámbricos, de almacenaje e industriales. Se encuentra comercializando nuevos conectores dúplex POF para transceptores Ethernet de POF AFBR-452xZ, para ser usada con el transceptor AFBR-5972xZ de esta misma compañía.

Se encuentran disponibles en negro y en azul como se observa en la Figura 17, estos diseños cuentan con un mecanismo de cierre que incrementa la fuerza de retención.



Figura 17. Conectores dúplex POF
Fuente: (Camara, **Conversores para fibra optica de plastico**, 2015)

Los conectores dúplex de fibra óptica de plástico se confeccionaron en plástico retardante de la gama (ULTEM – UL #121562), el cual resiste a los rigores de

entornos industriales y adversos. Su temperatura operativa se encuentra entre -40 y +85 °C.

Los usos posibles de los conectores dúplex POF para transceptor Ethernet son: (Camara, 2015)

- Las aplicaciones que contienen los datos industriales con enlaces intra-system, board-to-board y rack-to-rack. en la automatización de factoría y control de planta.
- Para instrumentos médicos y aislamiento de alta tensión.

5.1.4.2.4 Transceptores POF compactos con sistema de bloqueo

La compañía Technologies cuenta con la serie AFBR-59FxZ de transceptores de fibra óptica de plástico, unidos a sistemas de bloqueo mezclado a fibra de plástico 650 nm, que se encuentra diseñada para resistir las comunicaciones de datos en serie, donde las velocidades de transmisión son hasta 250 MBd sobre fibra óptica de más de 2,2 mm con polímero de camisa estándar. (Oñate, 2016)

Modelos de transceptores POF compactos con sistema de bloqueo

Esta serie se compone de tres ejemplares: los AFBR-59F1Z, AFBR-59F2Z, y AFBR-59F3Z.



Figura 18. Transceptores POF
Fuente: (Alsina, 2015)

AFBR-59F1Z: es un dispositivo transceptor de fibra óptica compacta de 650 nm diseñado para soportar comunicaciones con una ratio de baudios de 125 MBd sobre 2,2 mm de fibra con polímero de camisa estándar. (Alsina, 2015)

Este dispositivo es compatible con el estándar de comunicaciones Fast Ethernet IEEE 802.3u de 100 Mbps. La distancia de enlace soportada es de 40 m POF con un NA de 0,5 y 60 m POF con un NA de 0,3.

Además, Su interfaz es compatible LVPECL, el dispositivo puede operar a temperaturas que oscilan entre los -40 y los +85 grados centígrados, y necesita 3,3 V de corriente eléctrica para funcionar.

AFBR-59F2Z: Sus características son muy similares a las del anterior modelo, solo que soporta ratios de baudios de 250 MBd, también sobre 2,2 mm de fibra óptica con polímero de camisa estándar.

La distancia de los enlaces es de 40 m POF, a diferencia del anterior modelo, siguiendo los mismos parámetros de temperatura operativa y alimentación eléctrica. Otras diferencias son el modo sleep de bajo consumo, y el MON (Analog monitor output). (Alsina, 2015)

AFBR-59F3Z: ofrece soporte para las comunicaciones de datos seriales vía MLCC (Multi-Level Coset Coding) con ratios de datos de hasta 1 Gbps, también sobre 2,2 mm de POF.

En estos transceptores POF compactos con sistema de bloqueo, el rango de temperatura operativa va desde los 0 hasta los +70 grados centígrados. (Alsina, 2015)

5.1.4.3 Beneficios y limitaciones de la fibra óptica plástica

La Fibra Óptica Plástica dota de muchas ventajas a los usuarios que la desean utilizar, en comparación con la fibra óptica de vidrio que también son buenas, pero siempre hay que tener en cuenta el área donde será utilizada y las necesidades de los clientes.

Existe varias razones para desplegar POF en lugar de cableado tradicional, como CAT5 y CAT6.

- **Instalación rápida, fácil y económica:** POF puede ser desplegada por instaladores no tan profesionales usando herramientas básicas, ya que proporciona una conectividad “garden house” que hace que la instalación sea más rápida y sencilla que otras tecnologías de red residencial o comercial. También, ayuda a la reducción de costos al ser desplegada por los Proveedores de Servicio de Banda Ancha (BSP).
- **Ancho de banda:** La fibra óptica plástica alcanza ratios de datos de hasta 1Gbps y garantiza un servicio de gran calidad a cada dispositivo de un hogar u oficina.
- **Tamaño y conveniencia:** Posee un diámetro muy delgado de 2.2 mm, puede ser desplegada en construcciones nuevas o en reestructuración de edificios; tanto internas como externas.
- **Concepto ruggedizado y duradero:** POF es una tecnología ruggedizada y duradera que se puede “doblar” sin pérdida de servicio o ancho de banda, ni preocupaciones por posibles deterioros en el cableado. Por consiguiente, la fibra óptica plástica es ideal para su despliegue en todo tipo de construcciones.
- **Inmunidad al ruido eléctrico:** Esta fibra transmite datos ópticamente, por lo que es inmune al ruido eléctrico. Esto implica que la POF se puede ubicar en las proximidades de cableado eléctrico, una ventaja muy importante en aplicaciones “intensivas” con ancho de banda, como tareas multimedia.
- **Diseño sencillo:** POF responde a todos los requerimientos de arquitectos y diseñadores de hogares / edificios. En la actualidad, se puede emplear en enlaces “punto a punto” de hasta 75 metros para 100 Mbps con soporte de repetidores de bajo coste que amplían redes de Fibra Flexible.
- **Eficiencia:** El cableado de fibra óptica plástica, los dispositivos POF, conectores y transceptores son muy económicos y, por ello, idóneos para proveedores y constructores que desean integrar productos avanzados en proyectos con presupuestos muy ajustados.

- **Utilización:** La fibra óptica de plástico ha sido probada en muchos mercados, lo que ha propiciado que sea muy utilizada en la industria de la automoción. Existen más de veinte millones de vehículos beneficiados de este material.

Limitaciones de la fibra óptica de plástico se tiene:

- No es la adecuada para la transmisión a larga distancia. En comparación con la fibra de vidrio.
- Experimenta grandes pérdidas de transmisión. Sin embargo, en aplicaciones del hogar y la oficina no requieren la transmisión a través de grandes distancias. Sus necesidades destacan la facilidad de uso, bajo costo, y la estabilidad, así POF es la más adecuada en este tipo de entornos.
- Atenuación alta: no propagan la luz tan eficientemente como el vidrio.

5.1.4.4 Sistemas utilizados con POF

5.1.4.5.1 POF en redes en el hogar

La tecnología de Fibra Óptica Plástica, lleva mucho tiempo usándose con éxito en el mercado industrial o automovilístico. Sin embargo, para poder utilizar esta tecnología en una red doméstica se requieren también elementos de distribución y tomas de conexión que conviertan las señales ópticas transmitidas por POF en señales eléctricas (Ethernet). *(Rodriguez, 2011)*

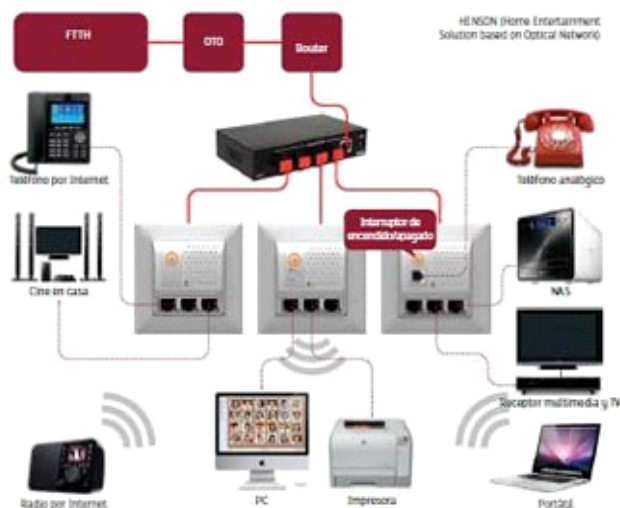


Figura 19. Sistema POF para el Hogar Digital
Fuente: **(Rodríguez, 2011)**

CASACOM Solutions AG, es una joven empresa suiza, que lanzó al mercado la primera solución de red doméstica económica y universal basada en cables de fibra óptica POF.

La nueva ley de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT) traerá nuevos servicios como televisión de alta definición, Internet ultrarrápido, video llamadas HD, televisión en 3D, teletrabajo o tele asistencia, que unidos a otros servicios de confort, seguridad, ocio y ahorro energético siendo ésta la solución idónea al ser compatible con cualquier proveedor de servicios y poder instalarse en cualquier hogar, ya sea obra nueva o renovación, fácil y económica.

Los elementos de una red HENSON son Rosetas de pared (Tomas multimedia estándar, RTC, WiFi o USB), Cable POF, Cable híbrido POF+220V, Switches/Conversores (POF/Ethernet Multipuerto, POF/Ethernet 1 puerto, Switches POF/Ethernet Multipuerto) y Software (Configurador profesional de red a través de interfaz Web/Smart Phone).

La solución además ofrece las ventajas de una red óptica profesional a un coste reducido y con la facilidad de instalación de la Fibra Óptica Plástica (POF) que no utiliza conectores y no necesita de herramientas especiales para su acabado.

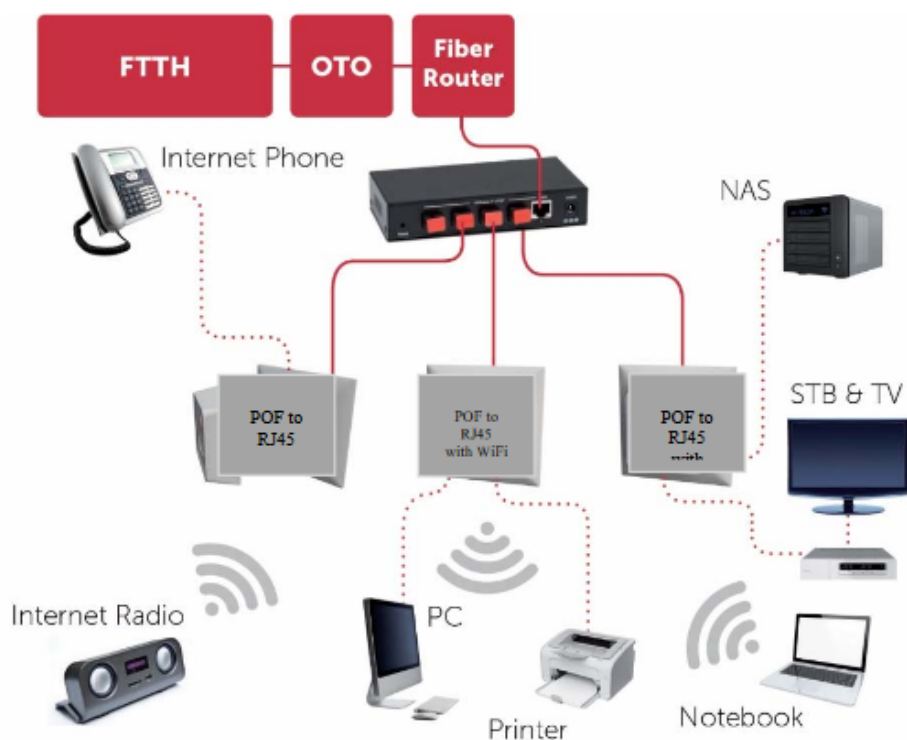


Figura 20. Ejemplo de productos POF

5.1.4.5.1 POF en redes en automoción

El crecimiento exponencial de dispositivos de Infotainment (información + entretenimiento) a bordo del vehículo, junto a la proliferación de sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), demanda contar con una forma más eficiente de interconectar dichos dispositivos. Con diversas ventajas sobre otras tecnologías, Ethernet es la solución ideal para las redes de automoción.



Figura 21. Fibra plástica para redes Ethernet en automoción
Fuente: (Oñate, 2016)

La fibra óptica plástica (POF), es un medio de transmisión bien conocido en la industria del automóvil, en la actualidad ofrece capacidades Gigabit y resulta la solución perfecta para el backbone de las futuras redes vehiculares, así como para enlaces punto a punto, como los requeridos en aplicaciones que requieran de la interconexión de cámaras dentro del vehículo.

5.2 Análisis de las topologías de red para la propuesta de infraestructura de red con tecnología de fibra óptica plástica en el hospital general del IESS de Riobamba.

La topología de red es la estructura física que poseerá una conexión de red. Es la forma para diseñar la red de las computadoras para el intercambio de datos entre usuarios. Es la manera en que vamos a tender el cableado que conectará a las computadoras que forman parte de una red.

Antes de diseñar una red es necesario saber cuál será la topología idónea, para eso es debe tener conocimiento de las topologías de red como las que se muestran a continuación.

- **Topología de Anillo:** Es una topología de red sencilla, en la cual las computadoras están conectadas entre sí; en forma de un anillo, es decir, forman un círculo todas. En la Figura 22 se observa lo antes mencionado, ya que la información transita en un solo sentido, elemento que trae como problema que se uno de los nodos deja de funcionar, toda la red deja de trabajar siendo poco eficaz. (Sacarelo, Gabriela , & Patricia , 2014)

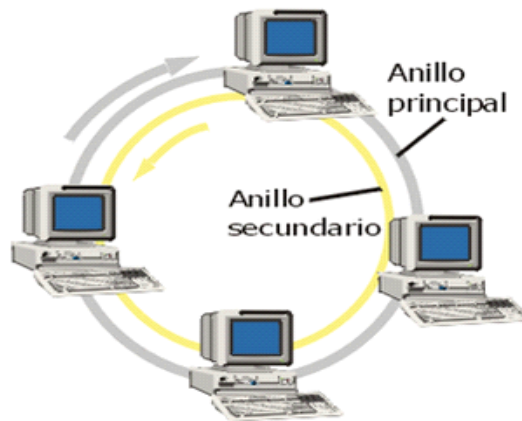


Figura 22. Topología de Anillo
Fuente: (ESPINOSA, 2013)

Ventajas

- Es de fácil instalación.
- Es una arquitectura muy sólida.
- Flexible cuando se desee ampliar o reducir la red.
- De óptimo rendimiento.
- Usa menos recursos de cableado que la topología estrella.

Desventajas

- Baja velocidad de red.
- El fallo en una computadora deja inutiliza la red.
- Es complejo encontrar las fallas.
- El canal de transmisión es lento. (García & Núñez, 2016)
- La red no es escalable, ni recomendable para el trabajo con muchas estaciones.
- **Topología de Árbol:** Es una de las más simples y las computadoras se encuentran conectadas en forma de árbol, con una punta y una base. Es parecida a la topología de estrella, solo que esta se basa en la topología de bus. Por tanto, si un nodo falla, no causa problemas en los nodos subsiguientes. Posee un cable principal denominado Backbone, el cual traslada la comunicación por todos los nodos de la red, a través de un mismo canal. Ver Figura 23.

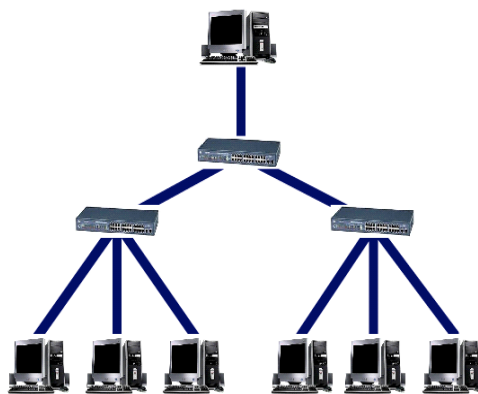


Figura 23. Topología de Árbol
Fuente: (ESPINOSA, 2013)

La topología en árbol es una variante de la de estrella. Como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central.

El controlador central activo de una red con estructura de árbol cuenta con un repetidor, que no es más que un dispositivo de hardware capaz de regenerar los patrones de bits que recibe antes de transmitirse. (Sacarelo, Gabriela , & Patricia , 2014)

Ventajas

- Estructura jerárquica, así como su flujo de información.
- Cuenta con un controlador central con capas ramificadas.
- Retransmite señales con potencia y aumenta la distancia en la que se por la que puede viajar la señal.

Desventajas

- Puede generar cuellos de botella en uno de los nodos jerárquico a través del cual pasa un elevado tráfico.
- La configuración es compleja.
- Si falla con controlador principal se inhabilita toda la red.

- **Topología de Bus:** Esta topología está basada en el uso de un cable central que es el que transporta la comunicación desde el inicio hasta el final y de este se ramifican otras conexiones. De este modo los datos transitan secuencialmente hacia los nodos de la red, como se representa en la Figura 24. Esta conexión trae como desventaja que, si se interrumpe el cable central, la comunicación se cae.

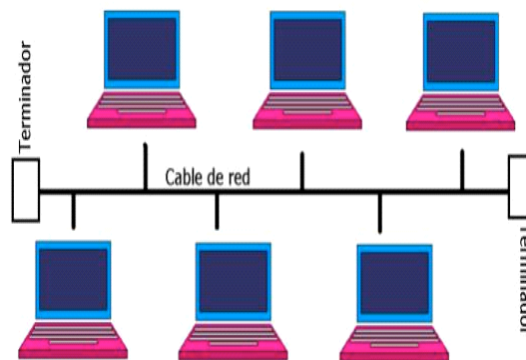


Figura 24. Topología de Bus
Fuente: (ESPINOSA, 2013)

Esta topología de red es una de las más simple y común que se utiliza en las redes Ethernet. Al finalizar el cable central se le coloca el componente terminador en los extremos del cable central, con el objetivo de detener el rebote o eco de la señal transmitida y absorber la señal libre.

Ventajas

- Fácil de instalar.
- La falla de un computador no interrumpe la comunicación de la red.
- Flexible para ser ampliada o reducida.

Desventajas

- Si se rompe el cable central la red queda inutiliza.
- La máxima longitud que puede poseer es de 2.000 metros.

- **Topología de Estrella:** Es una topología mediante la cual la distribución de las computadoras se encuentra en forma de estrella, lo que trae como beneficio que los datos viajan desde un punto central o Host, hacia todos los nodos de la red, como se observa en la Figura 25. Además, si un nodo falla, la red va a seguir funcionando, a pesar de depender del funcionamiento del Host.

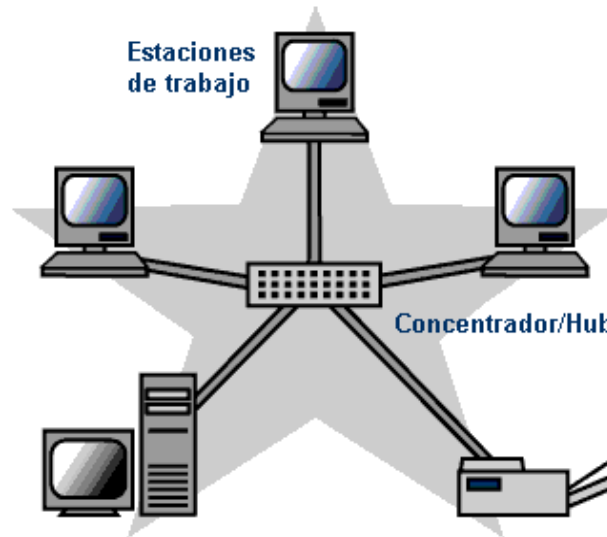


Figura 25. Topología de Estrella
Fuente: (ESPINOSA, 2013)

Esta topología cuenta con una estructura que cada dispositivo es conectado punto a punto con el controlador central y los dispositivos se encuentran enlazados directamente.

Ventajas (Ramírez, 2010)

- Es fácil de instalar.
- Flexible para ser ampliada o reducida.
- La ruptura de un computador no inhabilita la red.
- El hub es capaz de actuar como repetidor de la señal.
- Los problemas en la red son fáciles de detectar.

Desventajas (Ramírez, 2010)

- La velocidad de la señal depende del servidor que posea.
- Si el servidor falla la red queda inhabilitada, pero es una de las más seguras.

- Demanda mayor cantidad de cable en su implementación.

Topología en estrella extendida

Este tipo de topología y la de estrella son iguales, pero tienen la diferencia que cada nodo conectado al nodo central, conforma el centro de otra estrella. En esta estructura corrientemente el nodo central se encuentra ocupado por un hub o un switch, mientras que los secundarios están ocupados por hubs. Ver figura 26

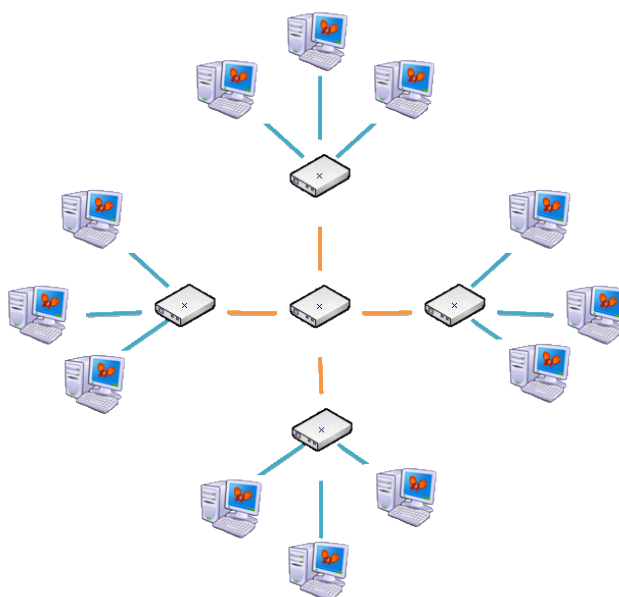


Figura 26. Topología estrella extendida

Fuente: (Ramírez, 2010)

La topología estrella extendida tiene la ventaja que su cableado es más corto, la conexión de los dispositivos a cualquiera de los nodos es limitada y es fuertemente jerárquica. (Ramírez, 2010)




5.2.1 Normalización

La evolución de la ciencia y las tecnologías en el área de las telecomunicaciones han propiciado que se establezcan normas, ya sea para la construcción del cableado, y productos para un ambiente de edificio inteligente. Donde se aplicaría una red LAN inalámbricas y/o alámbricas conectadas a un mismo entorno, con sistemas de seguridad, telefonía, conexión a internet y dependiendo lo que constituye el edificio se pueden usar otras tecnologías.

Alguna de las normas que las rigen: ANSI² (*American National Standards Institute*)/ TIA³(*Telecommunications Industry Association*)/ EIA⁴(*Electronics Industry Association*) y las establecidas por la IEEE⁵ (*Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica*). Estas son las normas más usadas en edificios inteligentes y que pueden ser usadas por separado o la combinación de las mismas. También se encuentran las normas de la ISO⁶ (*International Standards Organization*) para el cableado a utilizar en los hogares y en oficinas.

La cobertura de los estándares establecidos es amplia desde la fibra óptica de plástico, como un medio físico, al protocolo de comunicación Gigabit. Teniendo como objetivo cada uno de estos estándares, admitir el mercado abierto e interoperable, asegurando la calidad íntegra de estos productos a los usuarios finales. De esta forma se evita los problemas de compatibilidad o rendimiento inestable. A continuación, en la tabla 2 se presenta el estándar de diseño para cableado según tres organizaciones: La europea, internacional y estadounidense. (*Cedex, 2011*)

Tabla 2. Estandar de diseño para cableado

	EUROPE  CENELEC	INTERNATIONAL  ISO/IEC	USA  ANSI/TIA
Requerimientos generales	EN 50173-1	11801-1 (11801)	568-0.D, 2.D, 3.D, 4.D
Oficinas locales	EN 50173- 2	11801-2 (11801)	568-1.D

² **ANSI:** Es una organización privada fundada en el año 1918. Gestiona el sistema de estandarización en el sector privado de los Estados Unidos.

³ **TIA:** Se fundó en el año 1985 y establece normas para el cableado industrial a usar en productos de telecomunicaciones. Cuenta con más de 70 normas.

⁴ **EIA:** Se funda en el año 1924 con el objetivo de establecer normas y publicaciones en áreas de la electrónica como: componentes electrónicos, información electrónica y las telecomunicaciones.

⁵ **IEEE:** Es una organización que responsable de las normas en Gigabit Ethernet, así como, de las redes LAN (red de área local).

⁶ **ISO:** Es una organización que se creó en el año 1947 para la confección de normas.

Locales industriales	EN 50173- 3	11801-3 (24702)	1005-B
Casas	EN 50173- 4	11801- 4 (15018)	570-D
Centros de datos	EN 50173- 5	11801- 5 (24764)	942-B
Servicios Distribuidos de Edificios	EN 50173- 6	11801-6	862-B

Fuente: (Filippou, 2014)

Tabla 3. Organizaciones internacionales que establecen normalizaciones de cableado fibra óptica.

<i>ETSI TS 105 175-1</i>	Acceso, terminales, transmisión y multiplexado. Se especifican los sistemas de fibra óptica de plástico para 100 Mbps y 1 Gb/s.
<i>IEC 60794-2-40</i>	Se establece para los cables de FO (Fibra Óptica) para interiores.
<i>IEC 60794-2-41</i>	Establecida para los cables a usar en los interiores, especificación de producto para fibras A4 simplex y dúplex.
<i>ISO 15018:2004</i>	Especificación del cableado genérico que se utilizará en los hogares.
<i>IEC 60793-2-40</i>	Especificaciones para el producto de FO en la sección para categoría A4 de fibras multimodo.

<i>IEC 60332</i>	Es un método para probar cables eléctricos y de fibra óptica, sometiéndolos a condiciones de fuego.
<i>IEC 61754-21</i>	Conectores interfaz para fibra óptica- Familia de los tipos SMI para fibra óptica de plástico.
<i>IEC 61754-22</i>	Establece los conectores de interfaz para la FO, como la familia de conectores tipo F-SMA.
<i>IEC 61754-24</i>	Norma para los dispositivos de interconexión FO y componentes pasivos, así como conectores tipo SC-RJ con encapsulado y el protector establecido en IEC 61076-3-117.
<i>IEC 61076-3</i>	Para conectores de equipamiento electrónico, conectores rectangulares.
<i>IEC 60825</i>	Para la seguridad de los productos láser.
<i>EN 50173</i> <i>ISO/IEC 15018</i>	Norma para los sistemas genéricos de cableado para el hogar.

Fuente: (Portero, 2013)

Las actividades de normalización en POF son la especificación de parámetros, definición de parámetros de enlace, y arquitecturas de red. Uno de los organismos de normalización pertinentes para la definición de los parámetros físicos de las fibras ópticas de plástico es la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). En particular, POF ha sido estandarizada en una sección dedicada del documento IEC 60793-2-40. En 2007, se propuso dividir la clase **A4a** en dos partes. Clase **A4a.1** describe de propósito general para aplicaciones de bajo nivel POF tales como sensores de distancia pequeñas y la

iluminación. El nuevo **A4a.2** clase cubre todo POF con el grado de comunicación de datos. Esto garantiza un funcionamiento gigabit de todas las fibras y la plena interoperabilidad entre diferentes fabricantes de fibra. (Tsukamoto, 2014)

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) TS 105 175-1 especifica el sistema de cableado POF 100 Mb / s y 1 Gb / s para la interoperabilidad entre diferentes proveedores. El sistema se compone de los elementos, cables, conectores y enchufes de pared ópticas activas. En consecuencia, en el último estándar, "Especificaciones del sistema de fibra óptica de plástico de 100 Mbit / s y 1 Gbit / s" (ETSI TS 105 175-1 v2.0.0), para un / sistema s 1 Gb, el criterio clave de la PHY (datos tasa, tarifa bit de error, la latencia, la temperatura de funcionamiento, seguridad de los ojos, etc.), funciones de capa superior (Calidad de Servicios, protocolos, etc.), de eficiencia energética y la instalación de interfaces se aclaran con diferentes niveles de requisitos y recomendaciones. (Vidal, Escribano, & de Aranda, 2012)

Recomendación UIT-T G.9960 (G.hn) especifica la arquitectura del sistema y PHY para transceptores de redes domésticas basadas en telefonía fija, capaces de operar sobre las instalaciones de cableado incluyendo el interior de los cables del teléfono, el cable coaxial y el cableado de alimentación de línea. Recientemente, POF se añadió a la norma (SI-POF en el anexo F). OFDM fue elegido como el único formato de modulación para la aplicación PHY en G.hn. Parámetros OFDM se detallan, especifican, y optimizados para cada medio. Es importante tener en cuenta que el plan de banda SB 200 MHz proporciona una velocidad agregada por encima de 1 Gb / s, incluyendo una corrección de errores hacia delante (FEC). (Cedex, 2011)

Una base de LED transmisor óptico de ojos seguro fue seleccionada como la fuente óptica para la transmisión de POF. Cada dominio se puede establecer en uno de los siguientes modos: P2P, unificada y centralizada, llamado maestro de dominio y se encuentra en la RG. También, un grupo de estandarización alemana, fundada en DKE, está trabajando en un sistema de POF gigabit (AK 412.7.1), y actualmente está investigando el 16-PAM y DMT.

Recientemente, un Gigabit Ethernet IEEE 802.3 sobre fibra óptica de plástico Grupo de estudio fue aprobado en la sesión plenaria IEEE 802 en Beijing en marzo del 2014. (Cedex, 2011)

La norma internacional IEC 60793-2-40 fue creada por el Subcomité 86A: Fibras y cables, de IEC TC 86: Fibra óptica. Siendo esta la cuarta edición que sustituye la tercera edición del 2009. Constituye una terminología armonizada dentro de la serie IEC 60793-2. Esta normativa es aplicada a las fibras ópticas multimodo de la categoría A4 y las subcategorías relacionadas A4a, A4b, A4c, A4d, A4e, A4f, A4g y A4h que tienen el núcleo y el revestimiento de plástico. Estas pueden tener índices de paso, pasos múltiples o perfiles de índice graduado. Las fibras son utilizadas para transmitir información. (ETSI, 2015)

En IEC 60794-2-40 se especifica el uso de las fibras ópticas para interiores, como la instalación de una red doméstica POF A4a.2. La fibra óptica A4a.2 es un grado superior de fibra subcategoría A4a en términos de atenuación y ancho de banda, con el propósito de alcanzar una transmisión a distancia más larga que la fibra A4a. (ETSI, 2015)

Esta norma define los siguientes atributos:

- Requisitos dimensionales.
- Requisitos mecánicos: rendimiento de tracción y elongación y carga de tracción en rendimiento.
- Requisitos de transmisión: atenuación, ancho de banda, dispersión cromática y pérdida de flexión macro.
- Requisitos ambientales: cambio en la atenuación y carga de tracción después de los ciclos de temperatura y humedad.

IEEE TM 802.3 100BASE-FX especifica la fibra multimodo como medio de transmisión. Define el despliegue de POF como capa física, la cual está diseñada para aplicaciones de fibra de vidrio. Lo idóneo de esta norma para aplicaciones POF es que esta capa física cuenta con una velocidad de 100 Mbit/s, garantizada por las limitaciones de ancho de banda del canal para longitudes típicas de fibra óptica en aplicaciones en el hogar. Las distancias más largas y / o velocidades binarias más altas no pueden ser proporcionadas

por capas físicas IEEE TM debido a las limitaciones de ancho de banda del canal de comunicación. La versión 100BASE-FX es de Fast Ethernet sobre fibra óptica. Utiliza una longitud de onda de luz cercana al infrarrojo (NIR) de 1300 nm transmitida a través de dos hebras de fibra óptica, una para recepción (RX) y otra para transmisión (TX). (ETSI, 2015)

La norma ETSI TS 105 175-1-2 describe una capa física para transmisión de 1 Gbit/s y 100 Mbit/s sobre POF, con el objetivo de:

- Proporcionar un 1 Gbit/s o 100 Mbit/s en la transmisión de datos dúplex completo.
- Proveer velocidades inferiores a 1 Gbit/s y 100 Mbit/s con funcionalidad de la tasa de bits adaptativa, en caso de que el canal de comunicación no proporcione la suficiente capacidad.
- Acciones de soporte en POF, que se encuentra definid en IEC 60793-2-40 tipo A4a.2.
- Facilitar la tasa de error de bits (BER) menor o igual a 10^{-12} .
- Brindar un modo de operación de baja potencia para administrar la energía.

5.2.2 Experiencias de hospitales inteligentes o digitales

Los avances alcanzados en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) han permitido el desarrollo acelerado de varias esferas de la sociedad como en la salud. Ejemplo de eso son los hospitales inteligentes o digitales que no es más que la combinación de innovaciones y tecnológicas utilizadas por el personal que accede al mismo.

Teniendo en cuenta la autora Eva Orozco un hospital inteligente es donde se presta un servicio integro a través de las tecnologías inalámbricas y Sistemas de Información Hospitalaria (SIH). Esto facilita la gestión de los procesos que se realizan diariamente en el hospital, haciendo más eficiente y productivo el centro de salud. (Orozco, 2014)

Características de los hospitales inteligentes

- La infraestructura de red permite la conectividad de todos los que acceden al hospital a través de wifi.
- Los pacientes y médicos pueden acceder a la wifi en cualquier momento y lugar del hospital y pueden observar los resultados de los análisis que un paciente se realizó, se pueden sacar citas médicas con tan solo conectarse a la red wifi. Facilitando el acceso a la información de los pacientes (diagnósticos, resultados de laboratorio, historias clínicas, recomendaciones médicas)
- Las pantallas de televisores que se encuentran en el pasillo o salas de espera para una consulta médica informan a los pacientes la ubicación de las consultas y el turno para acceder a ella.
- Permite la localización de los médicos mediante tablets, celulares o teléfonos IP.
- Cuenta con Sistemas de localización en tiempo real (RTLS).
- Automatiza el sistema de gestión de turnos o citas médicas.
- Registros médicos electrónicos.
- Crecimiento de los servicios de video de larga distancia que requiere gran ancho de banda y máxima confiabilidad.

Ejemplos de infraestructura de redes de hospitales inteligentes

- **Clínica Zabala**

La clínica Zabala fue construida por Swiss Medical Group en la Ciudad de Buenos Aires, la misma se encuentra lista para enfrentar la nueva tendencia de usar las tecnologías en todas las especialidades de la medicina. En esta clínica las tecnologías instauradas permiten la administración de dispositivos e infraestructura en tiempo real. Fue instalado un sistema de 20 Gigas en un cableado estructurado de cobre y una red troncal de fibra óptica interna (Pautasio, 2015).

- **Providence Portland Medical Center, en EE. UU**

Es reconocido por su excelencia en el cuidado de pacientes y la investigación en áreas tales como cáncer, corazón, ortopedia, salud femenina, servicios de

rehabilitación y salud conductual. A fin de continuar ofreciendo óptimos cuidados médicos, Providence Health Systems notó la necesidad de abrir un nuevo centro de lucha contra el cáncer para investigación y tratamiento de pacientes. Era claro que el centro de lucha contra el cáncer necesitaba una solución de 10 Gb que fuera rápida, confiable y que respaldara las necesidades futuras del centro. El instalador eligió las soluciones de fibra y cobre de 10G de CommScope a fin de estar preparados para satisfacer y superar las necesidades de ancho de banda de la Ethernet de 10Gb de los hospitales actuales, incluidos sus aplicaciones más exigentes, tales como el diagnóstico médico por imágenes y el video de alta resolución. (*CommScope, 2011*)

5.3 Diseño de un prototipo de red con fibra óptica plástica, para mejorar la comunicación y servicios que brinda el hospital general de IESS de Riobamba, provincia de Chimborazo en las áreas de consulta externa atención a usuarios y área administrativas

5.3.1 Necesidad del diseño

Se ve la necesidad del diseño en base a la demanda de los pacientes y/o afiliados al IESS que reciben atención en el Hospital General del IESS de Riobamba, ya que los índices de los indicadores de atención no son los que reflejan la realidad del mismo.

Para lograr tener un hospital inteligente, se analiza en primera instancia las cuestiones actuales que enfrentan los hospitales, especialmente en el contexto ecuatoriano, en la atención a los pacientes, el envejecimiento poblacional, inmigración, nuevas enfermedades, incremento de las enfermedades crónicas y la necesidad de un personal capacitado, así como también en aras de mejorar los tratamientos a los pacientes, cabe destacar la demanda necesaria de mayores velocidades en los diagnósticos y tratamientos, aumentando la seguridad y calidad de la atención a los pacientes, y fundamentalmente la satisfacción de los pacientes, acortando los tiempos de atención, esto último hace mejorar la eficiencia operacional en los servicios considerablemente. Se decide diseñar una infraestructura de red con últimas tecnologías ya que en la actualidad las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) se ha convertido en una necesidad en la sociedad ya sea para el diseño y construcción de edificaciones, para la comunicación.

En el caso de la presente investigación se identificaron algunos hospitales con alta tecnología y viendo las ventajas de contar con infraestructura para lograr un hospital inteligente, donde los lugares de trabajo son más confortables, hay mayor seguridad y protección de las personas, los procesos que se desarrollan internamente son más rápidos ya que se podría localizar a los médicos; personal de enfermería vía localizadores, los pacientes pueden ubicar el local

de consulta, ubicación de consultorios por medio de aplicaciones. Otros beneficios de una edificación inteligente es optimizar la búsqueda de datos e información por parte del personal médico y de enfermería de una forma más rápida.

En cuanto a los beneficios para el paciente son innumerables, ya que se genera un ambiente Smart, con un confort inigualable y amigable para que todos los pacientes que acudan al Hospital General del IESS de Riobamba por atención tengan acceso a la información requerida desde cualquier área en el momento que se necesite, así lograremos bajar los niveles de tiempo en atención al paciente y una descongestión de pacientes en el mismo; y con procedimientos a nivel nacional se tendrá un escenario óptimo para la práctica de tecnologías vanguardistas como: telemedicina, telediagnostico, teleasistencia, con esto, el personal de la salud podrá concertar teleconferencias con imágenes a alta resolución y compartir imágenes en programas de entrenamiento con acceso total a internet, tv y la radio, haciendo puentes científicos incluso con otros centros médicos, y evidenciando la interconexión de diferentes áreas que requieren comunicación inmediata y precisa facilitando su trabajo ofreciendo un óptimo servicio y atención al paciente y/o afiliado.

5.3.2 Justificación de la topología de red seleccionada

Existen múltiples topologías disponibles para desplegar redes residenciales y comerciales, en este caso se considera como medio de transmisión la Fibra Óptica Plástica, debido a que es la elección correcta ya que se destaca la facilidad de instalación, bajo costo y estabilidad; y sobre todo la rapidez en tiempo de la solución de problemas, por no requerir equipamiento especializado.

En este caso de estudio se aplicará una Topología de red en Estrella, considerado la infraestructura de las áreas a implementar en el edificio del Hospital Regional del IESS de Riobamba, y contemplando las ventajas y de la topología de red seleccionada, como es: que la red sea escalable, cuando

exista problemas en tramos de red no afecta a toda la red, los problemas en la red son fáciles de detectar.

Para implementar esta topología se debe realizar un seguimiento al manejo de tráfico de puenteo y multidifusión según lo planteado por la ETSI ⁷ (2015)

- IEEE TM 802.1p [i.5]: Filtrado multicast.
- IEEE TM 802.1D [i.6]: Puentes MAC.

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones también define que, para la instalación física de la fibra óptica, se deben seguir los siguientes requisitos: (ETSI, 2015)

- **Curvado:** Norma la ETSI TS 105 175-1 para los requisitos de flexión.
- **Longitudes:** Norma la ETSI TS 105 175-1 (ETSI, 2011), para los requisitos de longitud de fibra.
- **Presupuesto del enlace:** Se norman en CENELEC EN 50173-4 y CENELEC EN 50173-1. La cual es una normativa europea para el sistema de cableado.

Con las citaciones descritas en párrafos de este epígrafe, describimos que el medio de transmisión y la topología de red seleccionada proporciona características y funciones exclusivas con el menor coste de instalación, ofreciendo cobertura total en las áreas específicas del caso de estudio en Hospital General del IESS de Riobamba, con un rendimiento muy fiable, más flexible y se tendría una red escalable para un futuro crecimiento.

Como consecuencia específica en lo que se refiere la fibra de óptica plástica resaltamos propiedades como tener una mayor dureza que el vidrio, sometida a golpes, y pueden resistir mejor la presión, son menos costosas y pesan aproximadamente el 60% menos que el vidrio.

Comparación entre fibra óptica de plástico, fibra óptica de vidrio y cable de cobre.

Tabla 4. Cuadro comparativo entre FOV, POF y cable de cobre

⁷ ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones.

Características	Fibra óptica de plástica "POF"	Fibra óptica de vidrio "FOV"	Cable de cobre
Costos de accesorios	Medianamente caro	Caro	Bajo
Perdidas	Bajas	Bajas	Elevadas
Conexiones	Fácil no requiere entrenamiento, ni herramientas especiales	Toma tiempo, requiere entrenamiento y herramientas especiales	Elevadas
Maniobrabilidad	Fácil	Requiere entrenamiento	Requiere entrenamiento
Flexibilidad	Flexible	Frágil, quebradizo	Flexible
Rango de longitud de onda	Visible	Infrarrojo	N/A No es el caso
Ancho de banda	11 GB/s, sobre los 100m	40 GB/s	Limitado a 100MB/s para 100m
Costo del equipo de prueba	Bajo costo	Caro	Caro
Costo de sistema	Generalmente bajo	Elevado	Mediano

Fuente: Elaboración propia

Con la comparación de la tabla 4 afirma que la fibra óptica de plástico es más fácil de instalar, flexible, menos costosa, y nos ayuda en las áreas específicas a implementar en el Hospital General del IESS de Riobamba ya que donde se realizara el diseño son áreas pequeñas que devengan longitudes cortas de red.

En este sentido y teniendo en cuenta que la propuesta de diseño de la red para el Hospital General del IESS de Riobamba, se complementará el diseño utilizando últimas tecnologías que proporcionarán mejores servicios a los pacientes, y confianza en los resultados de exámenes médicos, así como, mayor control en los procesos que se efectúan diariamente en el hospital, las áreas administrativas contarán con equipos modernos, al igual que los consultorios médicos.

5.3.3 Arte del diseño de red

Se utiliza una red IP convergente o de multiservicio simple para voz, datos y video, segura escalable con una confiabilidad de 99,99 %, cuenta con el cableado de fibra óptica plástica Banner PBPF26UMB bifurcada flexible, 150 nm para llevar la luz a los lugares de difícil acceso, se encuentran como características fundamentales que su temperatura de funcionamiento será de – 30 a + 70 ° C, cabe destacar que las temperaturas inferiores a – 30 ° C provocarán la fragilidad de los materiales plásticos sin ocasionar pérdidas de transmisión y la contracción de la POF, la camisa de polietileno protege a la Fibra óptica plástica en casi todos los ambientes químicos característica muy importante para el marco hospitalario , como objetivo principal del proyecto y de soporte a la fibra se ha implementado una red LAN inalámbrica de amplia cobertura para abarcar las áreas de más difícil acceso, la supervisión y monitoreo con la inclusión de alarmas se hace de forma segura, los teléfonos IP que recomendamos son los CISCO de la serie 7800 por sus beneficios económicos principalmente, y su tecnología de punta, y permitir la mensajería por este medio, se implementa un sistema de llamada de enfermera, ya que la tecnología les ayudará a mejorar sus labores y ganar rapidez de respuesta, de marca KOQI con un radio de cobertura de 200 – 300 m.

La inclusión del sistema de directorios y señalización ayuda a los pacientes a navegar para la búsqueda de información, resultados de exámenes, etc., y permite mediante la señalización orientarle en cuanto a hora, lugar y fecha de su cita médica, se ha empleado paneles LCD, HD 57”, táctil control de PC, con altavoz y bocinas, marca PHILLIPS.

Para las áreas comprendidas para los distintos consultorios y áreas administrativas se ha empleado sensores inalámbricos de red EC2051, para el monitoreo y registro de temperaturas, sonido, presión, humedad y condiciones ambientales que se precisan en estas zonas, estos sensores recogen estos datos a la red de sensores inalámbricos, (WSN) sirviendo también como access point para otros sensores, los usuarios pueden acceder a los sensores de control y datos vía interfaz web.

La red está encaminada a los servicios de localización en tiempo real es una red WAN con ancho de banda de 10Gbit/s para proporcionar una mejor funcionabilidad a los usuarios y facilitar la gestión de las aplicaciones, diseño 802.11 a/b/g/n Wi-Fi de banda 2,4 GHz, para datos y BLUETOOTH con switches L3 o capa tres para realizar la transferencia de manera más rápida, de alto rendimiento segura con PoE, Switch Gigabit de 24 puertos Cisco SGE2000P, como requerimiento específico se han colocado los APs⁸ de manera óptima para facilitar el rastreo y localización apropiada, los APs utilizados son radio dual multisalto (868 MHz & 2.4 GHz) IEEE 802.15.4 con pila de protocolo 6LoWPAN.

El servidor que se utiliza para hostear los programas y herramientas necesarias para que la red y los equipos conectados a ella funcionen correctamente, así como para el almacenamiento y guardado de la información. Este equipo es de marca CISCO ucs smart play 8 c240 m4 con 32gb de ram. Por ejemplo, en este servidor se encontrará Servidor de Correo, el registro de exámenes médicos, la guardara los videos de las cámaras y toda la información que se maneje en el hospital.

Los switches L3 o capa tres es un dispositivo de interconexión que actúa en la infraestructura de redes. Este tipo de tecnología realizar actividades de ruteo, pero con la diferencia que este equipo ejerce sus actividades con chips especializados, haciendo el ruteo de paquetes de forma más rápida.

Los APs son equipos de redes que permiten la conexión inalámbrica en una red LAN, pudiéndose conectar cualquier dispositivo que posee wifi. En las

⁸ **APs:** Access points.

áreas específicas del Hospital General de IESS de Riobamba que se propone en este diseño permitirá que los pacientes realicen sus citas médicas, se conecten a ver los resultados médicos de los exámenes que se realicen, es decir, puedan funcionar para expandir el rango de redes y ampliar su red hacia otras áreas del mismo hospital.

5.3.4 Análisis de costo

En la presente investigación se concluye que se van a diseñar en el Hospital General del IEES de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo una red con topología en estrella y se utilizará las tecnologías descritas en el epígrafe 5.3.3 (Arte del diseño). Por tanto, se debe realizar un análisis de costo de los materiales necesarios para la instalación.

5.3.4.1 Supuestos

En el presente caso de estudio, se analiza la infraestructura con la que cuenta las áreas donde se propone el diseño de red del Hospital General del IESS de Riobamba, y se describe los siguiente supuestos que no se consideran en el análisis de costos.

- El área del hospital donde se va a realizar la red se encuentra con toma corrientes (conectores eléctricos) para conectar los equipos eléctricos como computadoras y equipos médicos.
- Se utilizará los mismos conductos de corriente con los que cuenta el hospital.
- Las escalerillas sobre la que se colocara el cableado de red ya se encuentran instalada.

5.3.4.2 Presupuesto

Para el financiamiento del proyecto se analizó el diseño de red realizado en el presente caso de estudio. El presente proyecto será financiado por el propio Hospital.

Desarrollo Caso de Estudio

Para el análisis de la inversión, se identificaron los materiales y equipamiento especializado para instalar la red, los equipos de cómputo para los diferentes lugares asignados como consultorios y área administrativa, así como el mobiliario para poner las computadoras, siendo el resultado de la inversión el siguiente:

Tabla 5. Equipamiento ha ser utilizado y costo de cada una de ellas

INVERSIÓN			
Activos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Equipamiento Especializado			
Cableado de POF Banner PBPF26UMB bifurcada flexible	2500metros	1,20cada metro	3.000,00
Switches L3	20	1.158,48	23.169,60
Zyxel Zywall10 Firewall Router	1	328,32	328,32
Servidor CISCO UCS	1	2.540,00	8.375,25
Cámara CCTV. Hikvision Varifocal Turbo 720p	1	190,10	190,10
Teléfonos IP CISCO de la serie 7800 p	7	184,00	1.288,00
Cisco Video Surveillance 7000 Series IP Cameras	2	239,00	478,00
PDA's Asistente Digital Personal	100	328,00	32.800,00
Sensores inalámbricos de red EC2051	11	140,00	1.540,00
Paneles LCD, HD 57" Táctil control de PC, con altavoz y bocinas, marca PHILLIPS	6	3.000,00	18.000,00
Rocetas de red	26	22,00	572,00
Sistema de administración de Control de acceso	4	178,13	712,52
Detector de intrusos	1	19,29	19,29
Detectores de humo	25	22,19	554,75
Sistema de llamada de enfermera de marca KOQI	21	80.00	1.680,20
Sub Total			92.133,99
MEDIOS BÁSICOS			
Computador	21	528,12	11090,52
Silla Giratoria	3	80,00	240,00
Mesas	21	120	2520,00
Sub Total			13.850,52
Total de Inversión			105.984,51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Referencias y sitio web de los costos del equipamiento a utilizar.

Equipamiento	Referencia	Pagina web
Cableado de POF Banner PBPF26UMB bifurcada flexible	Made in China. com	http://es.made-in-china.com
Switches L3	Techresources cia ltda	Av. Shyris N40-117 e Isla Floreana
Zyxel Zywall10 Firewall Router	Techresources cia ltda	Av. Shyris N40-117 e Isla Floreana
Servidor CISCO UCS	Compu Zone	http://www.compuzone.com.ec /
Cámara CCTV. Hikvision Varifocal Turbo 720p	Techresources cia ltda	Av. Shyris N40-117 e Isla Floreana
Teléfonos IP CISCO de la serie 7800 p	MercadoLibre Ecuador	http://mercadolibre.com.ec/
Cisco Video Surveillance 7000 Series IP Cameras	Made in China. com	http://es.made-in-china.com
PDA's Asistente Digital Personal	Made in China. com	http://es.made-in-china.com
Sensores inalámbricos de red EC2051	MercadoLibre Ecuador	http://mercadolibre.com.ec/
Paneles LCD, HD 57" Táctil control de PC, con altavoz y bocinas, marca PHILLIPS	ALBIZ. Centro Internacional de comercio electrónico	http://www.ec.all.biz/televisores-bgr1567
Rocetas de red	Techresources cia ltda	Av. Shyris N40-117 e Isla Floreana
Sistema de administración de Control de acceso	Sitio web AliExpress	https://es.aliexpress.com
Detector de intrusos	MercadoLibre Ecuador	http://mercadolibre.com.ec/
Detectores de humo	MercadoLibre Ecuador	http://mercadolibre.com.ec/
Sistema de llamada de enfermera de marca KOQI	Sitio web AliExpress	https://es.aliexpress.com
Computador	Techresources cia ltda	Av. Shyris N40-117 e Isla Floreana
Silla Giratoria	Mueblex. Todo Ecuador	www.mublex.com.ec
Mesas	Mueblex. Todo Ecuador	www.mublex.com.ec

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.3 Costos operativos estimados

Los costos operativos de la instalación de la red se muestran en la tabla 7, y están asociados a las siguientes actividades:

- ✓ La instalación del proyecto requiere un equipo especializado en instalación de redes y el equipamiento que propone el diseño de red. El contrato del personal se realizará solo por dos meses que sería el tiempo en que demoraría la instalación y configuración de equipos en todo el proyecto. Los honorarios profesionales de los integrantes del equipo de proyecto serían los siguientes:
 - Gerente del proyecto: 1100,00 USD mensuales.
 - Especialista en instalación de redes: 600,00 USD mensuales.
 - Especialista en instalación de equipamiento de red y equipos de cómputo: 800,00 USD mensuales.
 - Especialista en instalación de equipos médicos: 550,00 USD mensuales

Tabla 7. Presupuesto de costos y gastos

PRESUPUESTO PARA LOS COSTOS Y GASTOS	
COSTOS DIRECTOS	1.796,00
Consumo de suministros	1.796,00
MANO DE OBRA DIRECTA	3.050,00
Gerente General del proyecto	1.100,00
Especialista en instalación de redes	600,00
Especialista en instalación de equipamiento de red y equipos de computo	800,00
Especialista en instalación de equipos médicos	550,00
TOTAL COSTOS Y GASTOS	4.846,00

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.4 Depreciación

En la tabla 8 se representa la depreciación de los activos fijos del proyecto. La misma se realizó teniendo en cuenta el *Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno, Art. 28.- Gastos generales deducibles (SRI, 2016)* donde se expresa que:

La depreciación de los activos fijos se realizará de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil y la técnica contable. Para que este gasto sea deducible, no podrá superar los siguientes porcentajes: (SRI, 2016)

- Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.
- Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.
- Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.
- Equipos de cómputo y software 33% anual.

Tabla 8. Depreciación de activos fijos

DEPRECIACIÓN				
DESCRIPCION	INVERSIÓN	VIDA UTIL AÑOS	%	TOTAL ANUAL
Equipos de Computación	11.090,52	3	33,33%	3.696,47
Muebles y silla	2.760,00	10	10%	276,00
Switch L3	1.158,48	3	33,33%	386,12
Router	328,32	3	33,33%	109,43
Servidores	7.146,05	3	33,33%	2.381,78
PDAs Asistente Digital Personal	32.800,00	10	10%	3.280,00
Sensores inalámbricos de red EC2051	1.540,00	10	10%	154,00
Paneles LCD, HD 57"	18.000,00	10	10%	1.800,00
Sistema de administración de Control de acceso	712,52	10	10%	71,25
Cámara CCTV. Hikvision Varifocal Turbo 720p	190,10	10	10%	19,01
Teléfonos IP CISCO de la serie 7800 p	1.288,00	10	10%	128,80
Cisco Video Surveillance 7000 Series IP Cameras	478,00	10	10%	47,80
Detector de intrusos	19,29	10	10%	1,93

Detectores de humo	554,75	10	10%	55,48
Sistema de llamada de enfermera de marca KOQI	3.585,00	10	10%	358,50
TOTAL	65.450,71			12.766,57

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla 8 de los activos fijos, para alargar la vida útil de los bienes considerados activos fijos se recomienda que se le realice un mantenimiento anual a todos los equipos y el soporte a las redes inalámbricas y alámbricas, siendo esto un gasto adicional que debe realizarse en el hospital con un costo aproximado según el grupo Innovación Digital. (*Innovación Digital, 2016*) Que brinda soporte técnico integral para a empresas con un costo en los planes de mantenimiento ilimitados desde \$25+IVA por mes por computadora. El costo aproximado es de 1500 USD. Este mantenimiento se realizará anual, pero en caso de que alguno de los equipos se rompa entonces son otros gastos independientes.

El mantenimiento incluye:

- Limpieza física de la computadora, mouse, monitor y teclado.
- Desfragmentación de Discos Duros
- Revisión del Antivirus
- Revisión del Sistema Operativo (OS)
- Actualización del sistema operativo
- Mantenimiento a la red

5.3.5 Cronograma de tiempo

La ejecución del proyecto se planifica para ser desarrollado en dos meses, la primera semana se realizará la compra de los materiales y equipamientos necesarios para la instalación. Después el otro tiempo restante se instalará el cableado y en el segundo mes se trabajará en paralelo la instalación y configuración de los equipos. En caso de que alguno de los riesgos previstos en el epígrafe 5.3.6, Análisis de riesgos sucedan durante el desarrollo del proyecto, el tiempo ya no sería el mismo, pues demoraría un poco más;

representando 20% de la planificación actual, ya que es impredecible cuanto tiempo pudiera uno de los riesgos previstos retrasar el proyecto. Este retraso puede traer pérdida y a la vez no, ya que la contratación del gerente del proyecto precautelara que el presupuesto de costo y tiempo se ajuste al presupuestado, con buenas tomas de decisiones en escenarios cuando exista un riesgo de infecciones nosocomiales graves.

Desarrollo Caso de Estudio

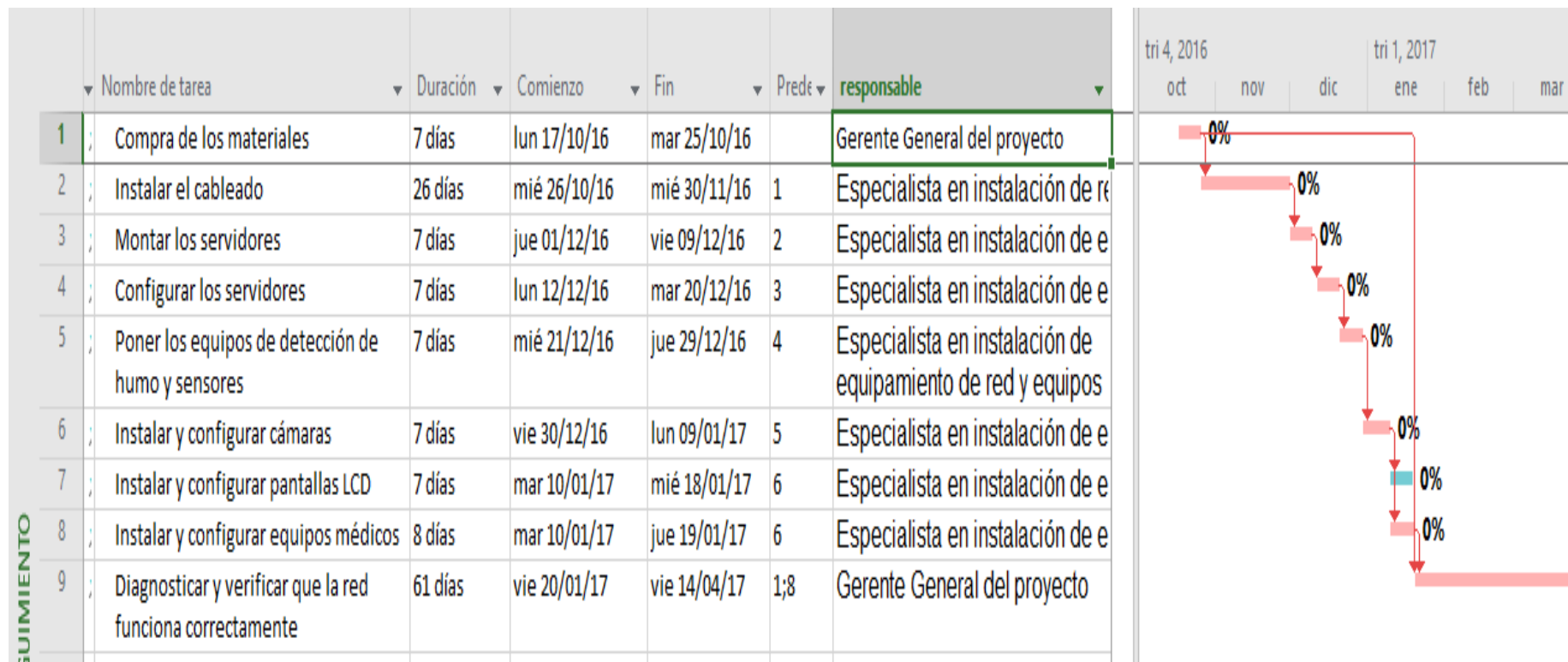


Figura 28. Cronograma de tiempo de desarrollo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.3.6 Análisis de riesgos

Para prevenir supuestos riesgos que se ocasionaren en la ejecución del presente proyecto es necesario tener en cuenta realizar la planificación, los riesgos que pueden surgir durante su desarrollo; para evitar gastos y atrasos en el mismo. Los riesgos es algo inherente a lo que se hace y convive diariamente con uno, pero en un proyecto se sitúan siempre en el futuro, ya que no es más que un evento o condición incierta que, si sucede, puede o no afectar los objetivos del proyecto.

Los riesgos que se han identificado para la ejecución de este proyecto están relacionados a la incertidumbre existente, los cuales deben ser premeditados y analizados, con el objetivo de administrarlos como parte integral de buenas prácticas gerenciales, ya que se puede ver cuál es su impacto, y definir acciones de tratamiento.

La administración de riesgos es la forma de establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar los riesgos que están asociados al proyecto y como debe preverse a tiempo para minimizar pérdidas y maximizar oportunidades. Administración de riesgos es tanto identificar oportunidades como evitar o mitigar pérdidas. *(González, 2011)*

En este caso de estudio se aplicará el proceso de administración de riesgos (AS/NZS 4360:2004), el cual establece la forma en que se llevará a cabo el análisis de los diferentes riesgos que potencialmente pueden afectar a una institución, sus procesos, infraestructura o cualquier actividad en general. *(González, 2011)*

El proceso de administración de riesgos (AS/NZS 4360:2004) nos ayudará a prever que la instalación y configuración de equipos de la red propuesta para el Hospital del IESS de la ciudad de Riobamba, sea lo más eficiente posible ya que durante el montaje de la red puede existir algunos riesgos que puedan demorar la instalación de la misma. Por tanto, es preciso cuando se planifica el proyecto tener en cuenta todos los obstáculos, inconvenientes que pueden retrasarlo.

El estándar previene una guía genérica para la administración de riesgos de cualquier industria o sector económico y su diseño e implementación depende de las necesidades de la organización. (González, 2011)

El objetivo de este estándar es proveer una guía a las organizaciones que lo adopten para alcanzar: (González, 2011)

- Una mejor base para la planeación y la toma de decisiones.
- Mejor identificación de oportunidades y riesgos.
- Ganar valor de la incertidumbre y la variabilidad.
- Administración proactiva en vez de reactiva.
- Mayor efectividad en la distribución y uso de recursos.
- Mejora la administración de incidencias con una reducción de pérdidas y costos, incluyendo primas de seguros.
- Mejorar la confianza y credibilidad de las partes interesadas.

Plan de Mitigación de Riesgo (5.5.6.1)

En la Guía del PMBOK® (2004) la mitigación de riesgos se denomina como Estrategia de Respuesta a los Riesgos. Además, definen el término Mitigar como:

“el riesgo implica reducir la probabilidad y / o el impacto de un evento de riesgo adverso a un umbral aceptable. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de la ocurrencia de un riesgo y / o su impacto sobre el proyecto a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de que ha ocurrido el riesgo. Adoptar procesos menos complejos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable son ejemplos de acciones de mitigación. La mitigación puede requerir el desarrollo de un prototipo para reducir el riesgo de pasar de un modelo a escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Donde no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede tratar el impacto del riesgo, dirigiéndose específicamente a los elementos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñando redundancia en un subsistema se puede reducir el impacto que resulta de un fallo del componente original.” (PMBOOK. Project Management Journal, 2004)

Estos riesgos pueden clasificarse en negativos y positivos, pero en nuestro caso de estudio solo se analizarán los riesgos negativos, que son los que pudieran retrasar y provocar un desfase en el presupuesto de tiempo y costo. Por tanto, se establecerán estrategias de mitigación de riesgo para intentar reducir la probabilidad de su ocurrencia y el impacto que pueda

ocasionar. En la figura 29 se muestra la comparación realizada por el autor Norberto Figuerola (2015) entre el Plan de Mitigación de Riesgos y el Plan de Contingencia de Riesgo, aunque solo se tendrá en cuenta en nuestra investigación el plan de mitigación de riesgo.

Plan de Mitigación de Riesgos	Plan de Contingencia de Riesgos
Se identifican las acciones que se van a tomar de antemano independientemente de la ocurrencia del riesgo	Se planifican ciertas acciones, pero se monitorea señales de alerta (triggers). Se toman las acciones solo cuando se disparan dichas señales.
Se gasta tiempo y dinero por adelantado debido a una condición de riesgo identificada.	No se gasta tiempo y dinero por adelantado, pero se puede hacer una reserva para gastarla cuando sea necesaria.
Se mitigan los riesgos que están por encima del umbral establecido, aplicando planes de respuesta para reducir probabilidad e impacto.	Con un plan de contingencia no tratamos de cambiar la probabilidad e impacto de un riesgo, pero planificamos como controlarlo en caso de que ocurra.
Trabaja como un plan proactivo.	Trabaja como un plan reactivo.

Figura 29. Comparación entre plan de mitigación de riesgos y plan de contingencia de riesgo
Fuente: (Figuerola, 2015)

El Plan de Mitigación o Respuestas a posibles riesgos, estarán basados a lo definido en el PMBOK®, donde expresa que es conveniente realizarlos antes de iniciar el proyecto, es decir, durante la planificación, y debe tenerse en cuenta durante toda la ejecución del mismo. Si este plan es realizado durante la primera fase del proyecto se tendría en cuenta el costo, tiempo de las estrategias y respuestas. Claro que siempre se debe seleccionar las respuestas más adecuadas y las que tendran menos impacto. (Figuerola, 2015)

La Magnitud de un riesgo es determinada por su probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias o impactos asociados.

$$\text{Magnitud} = \text{Probabilidad} * \text{Impacto}$$

Matriz de Priorización

El riesgo se debe medir de acuerdo al impacto y la probabilidad y se debe ubicar en la Matriz de Priorización que se muestra en la tabla 9.

Probabilidad: Es la frecuencia en la que se podría presentar un riesgo.

ALTA: Es muy posible que se presente el riesgo

MEDIA: Es posible que se presente el riesgo

BAJA: Es muy poco posible que se presente el riesgo

Impacto: Forma en la cual el riesgo podría afectar los resultados del proceso.

ALTO: afecta en alto grado la disponibilidad del servicio

MEDIO: afecta en grado medio la disponibilidad del servicio

BAJO: afecta en grado bajo la disponibilidad del servicio

La magnitud de impacto será representada por siglas y un color como se muestra en la siguiente tabla 9

A: Nivel de alto riesgo y se representa con el color rojo

M: Nivel de mediano riesgo y se representa con el color amarillo

B: Nivel de bajo riesgo y se representa con el color azul

Tabla 9. Impacto y probabilidad de ocurrencia de riesgo

Impacto	Alto	A	M	A
	Medio	M	A	M
	Bajo	B	B	B
		Alto	Medio	Bajo
Frecuencia o probabilidad de ocurrencia				

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 se representa los costos de la frecuencia con la que ocurre un riesgo ya que un riesgo puede incidir varias veces en un proyecto, pero no causa gastos, sin embargo, un riesgo que incide solo una vez en el proyecto si

puede ocasionar gastos, todo depende de la magnitud, el tipo de riesgo y como se puede mitigar el mismo.

Tabla 10. Costo de la frecuencia con la que ocurre un riesgo

Frecuencia	Alto	A	M	A	B
	Medio	M	A	M	A
	Bajo	B	B	B	A
		Alto	Medio	Bajo	Ninguno
		Costo			

Fuente: Elaboración propia

Posibles riesgos en el proyecto

En la tabla 11 se establecen los posibles riesgos que podría afectar la instalación y configuración de la red del proyecto. Además, se clasificarán cada uno de ellos y como se mitigarán.

Tabla 10. Riesgos del proyecto y como mitigarlos

Tipo de Riesgo	Nivel de Riesgo	Tratamiento			
		Mitigar Riesgo	Tiempo de implantación	Costo	Responsable
El hospital puede entrar en cuarentena por infecciones nosocomiales graves.	B	Si se produce el gerente de proyecto debe reunir a su personal y explicarle la situación, así como detener el desarrollo del proyecto hasta que todo el hospital entre en su normalidad.	Según la ocurrencia	Ninguno	Gerente de proyecto
La pérdida de personal clave en el desarrollo del proyecto.	M	Generar practicas de backup en el personal para obtener un remplazo inmediato y no se paralice el proyecto.	Según la ocurrencia	Ninguno	Gerente de proyecto
La tardanza al tomar decisiones decisivas en el proyecto.	M	Actuar rápido ante problemas y tomar la mejor decisión en cada situación ya que la demora después puede provocar gastos y atrasos en el proyecto.	Diario	Medio	Gerente de proyecto

Durante el desarrollo del proyecto puede existir desastres naturales que impidan trabajar.	A	<p>Dependiendo de desastre natural se debe tomar las medidas pertinentes como protección al personal. Por ejemplo:</p> <p>Sismo: Deben saber las medidas a tomar cada persona.</p> <p>Ciclón: Tomar las medidas de protección hacia el personal que trabaja y si se pudiera instrumentos de trabajo.</p>	Según la ocurrencia	Medio	Gerente de proyecto
Los materiales que se compran no son los que se habían propuesto en el diseño y hay poco presupuesto para la nueva compra.	A	El responsable tiene que tener precaución al realizar las compras de los materiales y el equipamiento necesario para la instalación de la red. Siempre hay que tener en cuenta el presupuesto con que cuentan.	Diario	Alto	Gerente de proyecto
Realización de trabajos no programados y el cambio de las prioridades en el proyecto, es otro de los factores que pueden retrasar el proyecto.	B	Se debe planificar el proyecto antes de iniciar y se tiene que cumplir con dicha planificación ya que ahí se tiene en cuenta los posibles riesgos y el presupuesto con el que se cuenta.	Diario	Ninguno	Gerente de proyecto

Durante el trabajo los trabajadores pueden tener accidentes o enfermarse.	M	Dependiendo de las tareas a realizar todo trabajador tiene que tomar las medidas de precaución para que no ocurran accidentes. En caso de que suceda se debe tener siempre un reemplazo.	Según la ocurrencia	Ninguno porque el responsable de custodiar este problema es la empresa que fue contratada	Gerente de proyecto
---	----------	--	---------------------	---	---------------------

Fuente: Elaboración propia

5.3.7 Impacto social económico y ambiental

Social

La instalación de una red utilizando tecnologías modernas mejora el ambiente social y funcionamiento del Hospital General del IEES de la ciudad de Riobamba. Donde la calidad de los servicios que se presta a los pacientes se elevaría, ya que se cuenta con tecnologías modernas para facilitar la mantener un confort en la corta estadía en el hospital, dotando de facilidades como: orientar a los pacientes donde queda ubicada la consulta o cualquier área del hospital, además los equipos para realizar los exámenes son más sofisticados y se contaría con tiempos menores en la entrega de resultados de exámenes, y viceversa, así como los médicos podrán requerir desde su consulta los resultados de un examen en tiempo inmediato, esto sin duda se podría lograr con procesos y procedimientos que el hospital deberá implementar.

Económico

Teniendo en cuenta que la mayoría de los procesos que se desarrollan en el hospital se encontrarán digitalizados permite que los clientes puedan realizar las citas médicas en línea desde cualquier lugar, por lo que no perdería tiempo en trasladarse hasta el hospital y además tener que hacer colas; entonces ese tiempo lo dedica a trabajar y tener aporte económico los pacientes o familiares. No habría tantos gastos de materiales como. Lápiz, esferos y papel por parte de los médicos ya que las consultas pueden ser registradas por la web en un sistema. No es necesario tener en los pasillos del hospital personal de guardias para la seguridad, ya que a través de las cámaras se puede chequear todo el hospital desde el centro de administración de estos equipos.

Ambiental

Prevención y control de la contaminación a través de tecnología de punta para ofrecer los servicios médicos y las que se encargan de chequear el ambiente tales como los sensores detectores de humo, registro de temperaturas, sonido, presión, humedad y condiciones ambientales que se precisan en toda la zona donde se establezca el diseño propuesto en nuestro caso de estudio.

6. CONCLUSIONES

- **Conclusión primera**

En nuestro caso de estudio abordamos temas relacionados al crecimiento de la fibra óptica en infraestructura de red en entornos cortos, evidenciándose que la fibra óptica de plástico POF, ha sido utilizada en redes de hogares, satisfaciendo requerimientos de anchos de banda para desarrollar juegos online, streaming en video; en el ámbito de automoción: ofreciendo infotainment a bordo del vehículo; y en redes industriales por su robustez, resistividad y elasticidad. Se hace un estudio comparativo de forma general con otros medios de transmisión para evidenciar el uso de la fibra óptica de plástico en nuestro caso de estudio, demostrando que la POF garantizará un buen ancho de banda en las aplicaciones complementarias que se propone trabajen sobre nuestra red, y sobre todo un menor tiempo en la solución de posible problemas a presentarse en nuestro diseño.

Conclusión segunda

Se contempló un diseño de red, abarcando el estudio de varias topologías de red y considerando nuestro escenario para el diseño, definiendo que la topología de red en estrella extendida, se ajusta específicamente a nuestro diseño por las ventajas que tiene como son: propone un entorno de cableados mas cortos, la conexión de los dispositivos a cualquiera de los puntos nodales es limitada, es fuertemente jerárquica, y sobre todo nos da un panorama para poder garantizar un crecimiento futuro, ya que nuestro diseño propuesto considera solo áreas específicas del Hospital General de Riobamba como son: consulta externa, atención a usuarios y áreas administrativas.

- **Conclusión final**

El diseño contempla una red que garantiza una conectividad de alta velocidad de banda ancha, evidenciándose los beneficios que aporta para la optimización del trabajo de personal médico y enfermeras, aumentando su eficiencia, mediante la interconexión de las consultas, y varias áreas que a su vez

requieren de una tecnología avanzada para un desempeño más eficiente y mejorar la atención a los pacientes, de esta manera se pretende contribuir al bienestar de los usuarios; dotando de un Data Center para el manejo y adquisición de los datos de manera rápida y eficaz, con el objetivo de mejorar los servicios, el sistema posee una alta seguridad tanto de las áreas como de la información, ya que los pacientes demandan la confidencialidad de su identidad como de los resultados de los exámenes. Nuestro diseño cumple con los requerimientos y estándares de comunicaciones que se siguen para un diseño de las redes, específicamente con fibra óptica de plástico, siguiendo también las guías y criterios de otros países desarrollados, pero adecuándose al Ecuador, teniendo en cuenta el cálculo de presupuestos y el ahorro energético para la implementación y considerando todas las problemáticas que se abarcaron hasta la implementación del nuestro caso de estudio.

7. RECOMENDACIONES

- **Recomendación primera**

Una recomendación importante para un proyecto tan ambicioso, es sugerir la implementación de este diseño, en las áreas específicas del Hospital General del IESS de Riobamba, para abarcar las problemáticas detectadas en el caso de estudio, socializando el mismo al personal que maneja la parte de sistemas del hospital para garantizar una mayor eficiencia en la administración de la red.

- **Recomendación segunda**

Otra recomendación es la realización de mejoras de forma continua y simultánea, contemplando los avances tecnológicos de la medicina, teniendo en cuenta que estos sistemas siempre están sujetos al crecimiento y a los cambios, en cuanto a la cantidad de usuarios y los servicios, con esto se evita que haya afectaciones en la demanda y los tiempos de respuesta.

- **Recomendación final**

Para lograr los propósitos que nuestro diseño contempló, es fundamental que el hospital actualice los procesos y procedimientos para generar un cadena de servicio útil a la vanguardia de la tecnología, y obtener el mayor rédito a la propuesta de un hospital inteligente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alsina, G. (2015). Transceptores POF compactos con sistema de bloqueo.
- Armendariz, E. P., & William Gonzalo López Hernández. (2011). Análisis, rediseño de la red LAN y dimensionamiento de una central telefónica de VOIP basado en software libre (ASTERISK) para el hospital Carlos Andrade Marín de la ciudad de Quito. Quito.
- Cáceres, M. I. (29 de 09 de 2014). Sistemas avanzados de Comunicaciones. Obtenido de <http://www.slideshare.net/ivandarklife/redes-opticas-pasivas-xpon-39658803>
- Camara, M. (2015). Conectores dúplex POF para transceptor Ethernet.
- Camara, M. (2015). Conversores para fibra optica de plastico.
- Cataño, A. F. (07 de 2010). Bienvenido a la Wiki de Sistemas de Transmisión IUE. Obtenido de <https://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx+-+xPON>
- Cedex, S. A. (2011). Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Plastic Optical Fibre System Specifications for 100 Mbit/s and 1 Gbit/s. ETSI, 17. Obtenido de http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/105100_105199/10517501/02.00.00_60/ts_10517501v020000p.pdf
- CIEMTELCOM. (2014). CIEMTELCOM. Obtenido de <http://www.ciemtelcom.com/productos.html>
- CNT. (2016). CNT. Obtenido de <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan/fibra-optica-para-hogares/>
- CommScope. (2011). Infraestructura de redes del.
- Cruz, J. G., & Gamboa, E. C.r. (1986). Informe sobre daños del sismo. Voces de Teléfonos de México, 30.
- Díaz, G. (2010). webdelprofesor. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/redes/04_conceptosBasicos2.pdf

- Diego, M. (2015). Hospital inteligente. Estrategias del Seguro y la Blanca. Obtenido de <http://www.revistaestrategas.com.ar/revista-550.html>
- El Telégrafo. (16 de 08 de 2016). Diario El Telégrafo. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/ecuador-estrena-su-primera-fabrica-de-cables-de-fibra-optica>
- ESPINOSA, R. D. (2013). "Diseño de una red de última milla con tecnología GPON para la parroquia Cumbayá en el Distrito Metropolitano de Quito".
- ETSI. (10 de 2011). ETSI. Obtenido de http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/105100_105199/10517501/02.00.00_60/ts_10517501v020000p.pdf
- ETSI. (10 de 2015). ETSI. Obtenido de http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/105100_105199/1051750101/01.01.01_60/ts_1051750101v010101p.pdf
- FACE. Asociación Española de Fabricantes de Cables y Conductores Electricos y de Fibra Optica. (2016). FACE. Obtenido de <http://www.facel.es/queesfacel.asp>
- Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME). (2011). Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Obtenido de <http://fisica-moderna.jimdo.com/%C3%B3ptica/ley-de-snell/>
- Fibras Opticas de Mexico. (2015). Fibras Opticas de Mexico. Obtenido de <http://www.fibrasopticasdemexico.com/index.html>
- Figuerola, N. (2015). Riesgos: Plan de Mitigación vs Plan de Contingencia vs Fallback Plan. Buenos Aires. Obtenido de <https://articulospm.files.wordpress.com/2015/06/riesgos-plan-mitigacion-vs-plan-contingencia-vs-fallback-plan.pdf>
- Filippou, D. (2014). Bicsi. Cabling Standards Update 2014 (pág. 32). Valencia: Bicsi. Obtenido de <https://www.bicsi.org/uploadedFiles/PDFs/Conferences/Greece/4-I2QS.pdf>
- Furukawa. (2016). Furukawa. Obtenido de <http://www.furukawa.com.br/ar/empresa/sobre-furukawa/certificados/>

- Galeon.com hispavista. (s.f.). Obtenido de <http://modul.galeon.com/aficiones1366320.html>
- García, S. A., & Núñez, D. H. (2016). Diseño de una solución inalámbrica y cableado estructurado. Ecuador.
- Gascón, J. F. (2015). E&Celectrónica & comunicaciones. Megazine. Girona: Cypsela. Obtenido de http://www.cypsela.es/pdf/ec_297.pdf
- Giancoli, D. C. (2006). Física : Principios con aplicaciones. 6ta edición . Mexico : Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. Num 1031.
- González, F. E. (2011). Gestión del Riesgo en Infraestructura y Comunicaciones TI, para Empresa del Sector Financiero. Valparaíso. Chile.
- Guaño, C. M., & Escudero, J. E. (2014). Diseño e implementación de un sistema de alarma para la protección de la central telefónica (UNACH) y cables multipar de cobre. Ciencia y Tecnología, 15.
- Guzman, M. (28 de 9 de 2015). Pandaancha. Obtenido de <http://www.pandaancha.mx/noticias/fibra-optica-caracteristicas-ventajas.html>
- Henao, J. S. (2011). Tecnologías de redes PON.
- Innovación Digital. (13 de 08 de 2016). Innovación Digital. Obtenido de http://innovaciondigital.ec/index.php/sistemas/servicio-tecnico-corporativo/41-reparacion-de-computadoras-en-quito-ecuadorputadoras-en-quito-ecuador?gclid=Cj0KEQjwx96-BRDyzY3GqcqZgcgBEiQANHd-nsouPlsjwo95ng7AtmnhyBq1ZfUWqOpT_50oLs6WguQaAno
- Iparraquirre, M. L. (2007). Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia de la enseñanza de un tema físico. Argentina.
- Jaramillo, A. (2006). Fibra Optica.
- Leiva, J. L. (2012). Redes de área local. Argentina. Obtenido de http://www.spw.cl/IMG/pdf/Master_01_Infraestructura_2012_v1.pdf
- LLorente, A. (2016). Cables de Fibra Optica Plastica.

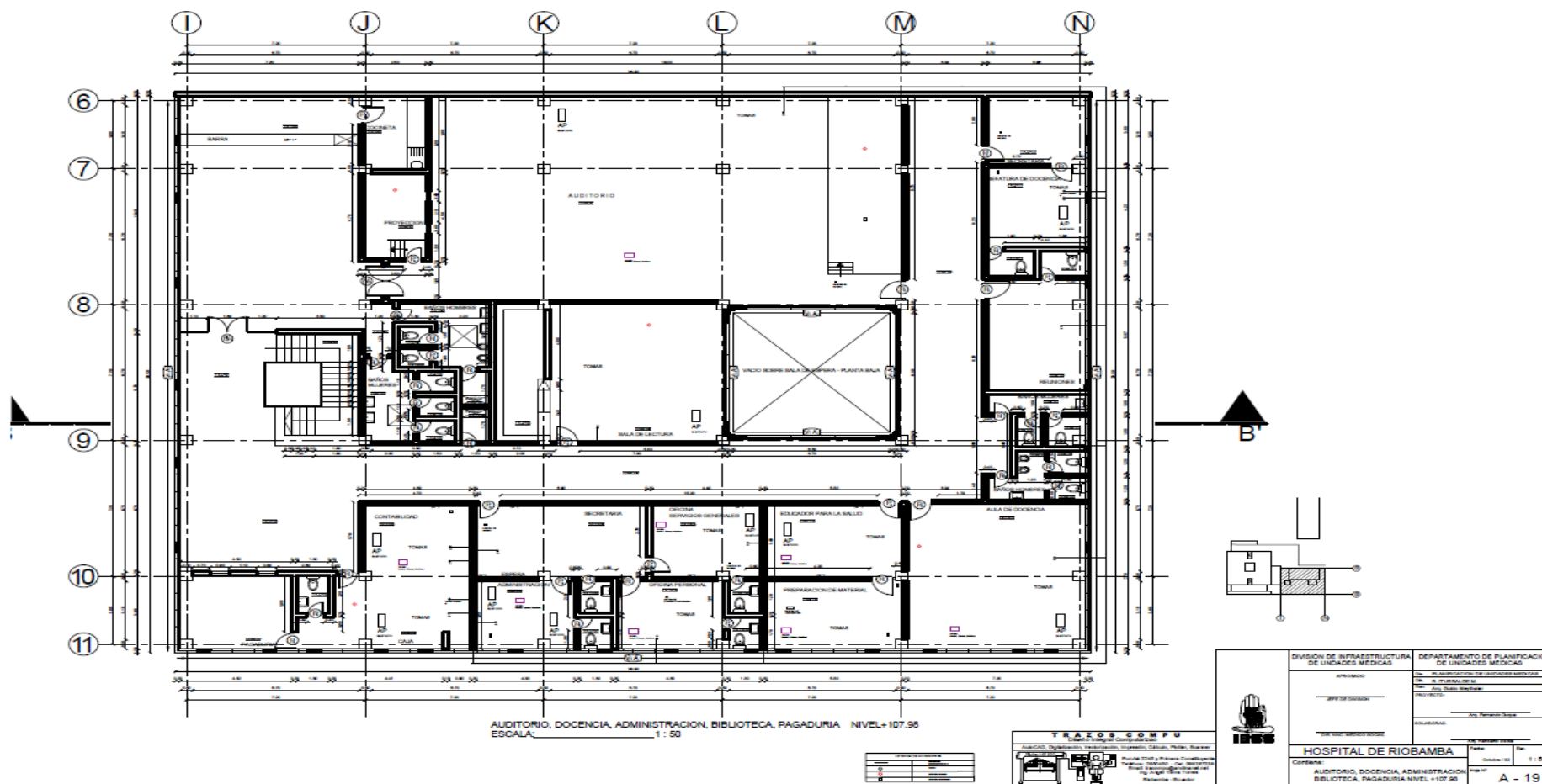
- Luna, D. (09 de 02 de 2015). IntraMed. Medicina General. Obtenido de <http://www.intramed.net/contenido.asp?contenidoID=86157>
- Molex One Company. (2016). Molex One Company. A word of innovation . Obtenido de http://www.espanol.molex.com/molex/products/group?key=fiber_optic_product_families&channel=PRODUCTS
- Moya, J. M. (2006). Redes y servicios de telecomunicaciones. En J. M. Moya, Redes y servicios de telecomunicaciones. Cuarta Edición (pág. 475). Madrid: Thomson Ediciones Spain.
- NetLife. (2016). NetLife. Obtenido de <http://www.netlife.ec/normas-y-regulaciones/>
- Oñate, I. (2016). Tranceptores POF.
- Optral. (09 de 2015). Optral. Obtenido de <http://www.optral.es/company/>
- Ordóñez, F. J. (2011). Red de acceso con fibra óptica mediante tecnología FTTx para optimizar espacios y servicios en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P (Empresa Pública). Ambato - Ecuador. Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf
- Orozco, E. (13 de 06 de 2014). Obtenido de <https://prezi.com/arrh6fffigcn/hospitales-inteligentes/>
- ORTIZ, J. H. (2008). Las Fibras Opticas de Plástico. ELECTRÓNICA - UNMSM, N".22. DIC 2008.
- Pautasio, L. (20 de 03 de 2015). Estrategas del seguro y la banca. Obtenido de <http://www.revistaestrategas.com.ar/revista-550.html>
- Pipitone, U. (28 de 10 de 1986). Cuatro lecciones desde Brasil. La jornada. Mexico. D.F, pág. 16.
- PMBOOK. Project Management Journal. (2004). Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. Tercera Edición. EEUU: Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA.
- Portero, A. A. (2013). Hogar Digital para servicios FTTH: Dispositivos, tecnologías y QoE. Madrid.

- Pozo, D. V. (2009). Estudio y diseño de una red de voz y datos para la Unidad Educativa municipal Quitumbe utilizando la tecnología Gigabit Ethernet para soportar servicios en tiempo real Voip, videoseguridad y videoconferencia. Quito.
- Ramírez, H. (2010). Instituto Mar de Cortés. Obtenido de <http://www.institutomardecortes.edu.mx/apuntes/quinto/hprod2/unidadIII.pdf>
- Ribeiro Dias, L. (1986). O Brasil no caminho da luz. Revista Nacional de Telecomunicações, 14.
- Rodriguez, A. (2011). Sistema POF para el hogar digital.
- Ruiz, J. G. (29 de 07 de 2009). Ecuaret. Obtenido de <http://www.ecuaret.com/files/normasva.pdf>
- Sacarello, G., G. R., & P. C. (2014). Diseño y evaluación de una red de sensores para analizar entornos acuáticos. Maskana, 10.
- Seguí, F. B., Pineda, M. G., & Jaime Lloret Mauri. (2008). IPTV, la televisión por Internet. España: Editorial Vértice.
- SRI. (07 de 09 de 2016). SRI.le hace bien al país. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/depreciacion-acelerada-de-activos-fijos>
- Telconet. (2016). Telconet la fibra del Ecuador. Obtenido de <http://www.telconet.net/telconet/telconet>
- Tipler, P. A., & Gene Mosca. (2005). Física para la ciencia y la tecnología, Volumen 2, 5ta edición. Barcelona, España: Editorialñ Reverté, S.A.
- Tsukamoto, Y. (09 de 2014). IEEE802. Obtenido de http://www.ieee802.org/3/GEPOFSG/public/Sep_2014/Tsukamoto_GEPOF_01b_0914.pdf
- UNAD . (2011). UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208019/MODULO%20ANTENAS%20Y%20PROPAGACION-2011/leccin_11_caractersticas_de_la_fibra_ptica.html

- UNCTC. (1983). *Transborder Data Flows and Brazil*. Transborder Data Flows and Brazil (pág. 49). New York: United Nations.
- Vargas, I. A. (2014). *Sistemas de Fibra Optica*. Mexico: Prenti Hall.
- Velasco, J. A., & Benavides, I. F. (2009). Diseño de una red de acceso que utiliza tecnología FTTB con VDSL2 en el sector "La Mariscal" de la Ciudad de Quito. Quito. Ecuador.
- Vidal, C. P., Escribano, Ó. C., & de Aranda, R. P. (2012). *KD1000 IC Family: The First Gigabit POF Standard Implementation*. ETSI, 6.
- WikiMedia Commons. (21 de 09 de 2007). WikiMedia Commons. Obtenido de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fibra_optica.svg
- Wilson, A. Y. (2007). *La sociedad de la informacion*. España: Planeta.
- Yagüe, A. G. (20 de 11 de 2012). Ccapitalia.net. Obtenido de <http://www.ccapitalia.net/?p=1189>
- Yorder, D. F. (2010). *Análisis de Sistemas FTTx*.
- Zapardiel, J. P. (2014). *DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO*.
- Zurita, A. F., & Rodríguez, G. G. (2014). *Arquitecturas de red LAN para la automatización de subestaciones, basadas en la norma IEC 61850*. Revista Técnica Energía, 9.

7 ANEXOS

Anexo1. Diseño de la topología de red área administración



Anexo2. Diseño de la topología de red área consultas externas

